ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 FÉVRIER 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. J.-D. van der Waals pour occuper une des places d'Associé étranger créées par le Décret du 1er décembre 1909.

Il est donné lecture de ce Décret.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un théorème général sur certaines équations intégrales de troisième espèce.* Note de M. **Émile Picard.**

1. M. Hilbert appelle, comme on sait, équations intégrales de troisième espèce les équations fonctionnelles de Fredholm, susceptibles de la forme

$$h(s)\,f(s)+\lambda\int_a^b \mathrm{K}(x,s)\,f(x)\,dx=\varphi(s), \tag{1}$$

f étant la fonction inconnue, pour lesquelles la fonction $h(s)$ change de signe en a et b. L'éminent géomètre a étudié avec ses méthodes le cas où $h(s)$ prend seulement les valeurs $+1$ et -1, K étant symétrique en x et s (équation intégrale polaire). Dans la dernière séance (1), M. Marty a examiné le cas de l'équation

$$f(s)+\lambda\int_a^b \mathrm{A}(x)\,\mathrm{K}(x,s)\,f(x)\,dx=\varphi(s), \tag{2}$$

où $\mathrm{A}(x)$, en général continue, peut avoir un nombre limité de sauts

(1) La Note de M. Marty est insérée dans le présent numéro des *Comptes rendus*.

brusques finis. Cette équation comprend les équations polaires et peut d'ailleurs être résolue par la méthode de Fredholm. M. Marty a étendu très heureusement à l'équation (2) certaines recherches de M. Schmidt, et a montré notamment qu'à l'équation (2) correspond au moins une valeur *singulière* de λ, sous une condition très générale relative à la fonction K.

2. Je voudrais énoncer ici un théorème général relatif à certaines équations intégrales de troisième espèce, d'une autre nature que la précédente. Quand la fonction $h(s)$ s'annule dans l'intervalle (a, b), une difficulté peut se présenter quant à la nature de la solution de $f(x)$, et des conventions doivent être faites sur le sens même à attacher à l'équation fonctionnelle.

Nous allons supposer que $h(s)$ ait un certain nombre de racines simples entre a et b; on pourra se borner ici au cas d'une seule racine, le cas d'un nombre quelconque de racines se traitant de la même façon. Posons

$$F(s) = h(s) f(s)$$

et envisageons l'équation

$$F(s) + \lambda \int_L \frac{K(x, s)}{h(x)} F(x)\, dx = \varphi(s), \tag{3}$$

en représentant par L le champ d'intégration formé des segments $(a, c - \eta)$ et $(c + \varepsilon, b)$, en désignant par ε et η des quantités positives.

Cette équation (3) peut être résolue par la méthode de Fredholm, et tout naturellement on doit se demander ce qu'il advient de la solution trouvée quand ε et η tendent vers zéro. Or, l'étude de cette solution conduit au théorème suivant :

Sous des conditions très générales relatives aux données, la solution de l'équation (3) *tend vers une valeur limite quand* ε *et* η *tendent vers zéro; cette valeur dépend de la limite du rapport* $\frac{\varepsilon}{\eta}$.

Au point de vue où je viens de me placer, la résolution de l'équation intégrale de troisième espèce se présente dans des circonstances tout autres que celle de l'équation de première espèce. Il n'est pas possible de parler de sa solution sans faire certaines conventions. On pourra appeler solution *principale* celle qui correspond à $\varepsilon = \eta$.

3. Donnons comme exemple l'équation extrêmement simple,

$$(s - c) f(s) + \lambda \int_a^b f(x)\, dx = \varphi(s) \qquad (a < c < b).$$

En posant

$$\varphi_1(x) = \frac{\varphi(x) - \varphi(c)}{x - c},$$

on a, comme solution principale de l'équation précédente,

$$f(s) = \frac{1}{s - c}\left[\varphi(s) + \lambda \frac{\int_a^b \varphi_1(x)\,dx + \varphi(c)\log\frac{b-c}{c-a}}{1 + \lambda \log\frac{b-c}{c-a}}\right].$$

4. Il y a des cas plus faciles que celui examiné au n° 2. Ainsi, si la fonction $h(s)$ s'annule, pour $s = c$, comme

$$|s - c|^{\alpha},$$

α étant plus petit que *un*, on rentre immédiatement dans les conditions habituelles.

Je développerai ailleurs les remarques énoncées dans cette Note.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la manière dont le potentiel des vitesses, dans le problème des ondes par émersion, dépend de l'état initial.* Note de M. **J. Boussinesq**.

I. Le résultat le plus intéressant des solutions originales que Poisson et Cauchy ont simultanément données, vers 1815, pour les problèmes des ondes infiniment petites *par émersion* ou *par impulsion superficielle* produites au sein d'une masse liquide profonde, a consisté dans les séries convergentes qu'ils ont obtenues pour y exprimer, en fonction des coordonnées x, y, z et du temps t, le potentiel φ des vitesses et la dénivellation h, dans l'hypothèse d'une *surface d'émersion* ou *d'impulsion* infiniment petite et d'un bassin indéfini latéralement comme en profondeur.

Or leurs démonstrations de ces séries sont fort complexes; et comme l'emploi de celles-ci reste à peu près indispensable, même dans la solution plus récente que m'a donnée, vers 1880, une tout autre méthode (1), il était bien à désirer qu'une voie beaucoup plus courte, pour arriver aux séries en question, fût découverte. C'est précisément ce que vient de faire,

(1) Voir, par exemple, mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique*, t. II, fasc. II, p. 496* à 515*.

dans sa Thèse, un jeune docteur ès sciences mathématiques, M. Vergne (¹), ingénieur des Arts et Manufactures.

Je me propose ici de réduire à sa plus simple expression cette démonstration de M. Vergne, en l'étendant pour cela, dans son esprit, au cas d'un bassin limité quelconque. Je pourrai me borner aux ondes *par émersion*, au calcul desquelles celui des ondes par impulsion se ramène, dans tous les cas, en remplaçant simplement la fonction φ par sa dérivée relative au temps t.

II. Commençons par rappeler les équations fondamentales des ondes dont il s'agit, produites au sein de la masse d'eau que limitent, supérieurement, à l'état de repos, le plan horizontal des xy, et, inférieurement ou latéralement, des parois fixes, rencontrées en un point (que nous supposerons d'abord unique) par toute verticale descendante émanée de la surface libre $z = 0$.

L'axe des z étant dirigé vers le bas, le petit potentiel φ des vitesses, qu'il faut déterminer, sur chacune de ces verticales, pour les valeurs de z comprises entre zéro (à très peu près) et l'ordonnée positive du point correspondant du fond, est une fonction astreinte à vérifier l'équation de Laplace $\Delta_2 \varphi = 0$ (ou à être *harmonique*), et à avoir, de plus, contre toute paroi fixe, sa dérivée $\frac{d\varphi}{dn}$ dans le sens normal, nulle, mais, sur chaque élément de la surface libre $z = 0$, sa dérivée analogue $\frac{d\varphi}{dz}$ égale, en tous les instants t positifs, à sa dérivée seconde par rapport au temps, $\frac{d^2\varphi}{dt^2}$, si l'on admet, comme nous le ferons pour simplifier, un choix d'unités de longueur ou de temps qui fasse égale à 1 la gravité g. A cette même surface libre $z = 0$, la dérivée $\frac{d\varphi}{dt}$ exprime d'ailleurs la petite *dénivellation* h, abaissement actuel, sur la verticale (x, y), des molécules superficielles au-dessous de leur situation d'équilibre.

Enfin, les conditions d'état initial sont, d'une part, que, pour $t = 0$, les vitesses s'annulant partout, leur potentiel φ s'annule, tandis que, d'autre part, la *surface d'émersion* $h_0 = f(x, y)$ étant connue, la dérivée $\frac{d\varphi}{dt}$ reçoit alors, pour $z = 0$, des valeurs données $f(x, y)$, nulles (ou se réduisant, du

(¹) *Contribution à la théorie des ondes liquides* (Paris, Gauthier-Villars, 1909), p. 47 à 50.

moins, à une constante) hors de cette surface d'émersion, c'est-à-dire hors de la région du plan des xy occupée primitivement par le solide émergé.

III. Les équations ci-dessus, différentiées un nombre quelconque m de fois en t, entraînent évidemment, pour toute dérivée de φ par rapport au temps, la relation $\Delta_2 \frac{d^m \varphi}{dt^m} = 0$, avec les conditions $\frac{d}{dn}\frac{d^m \varphi}{dt^m} = 0$ (aux parois) et

$$\frac{d^{m+2}\varphi}{dt^{m+2}} = \frac{d}{dz}\frac{d^m \varphi}{dt^m} \qquad (\text{pour } z = 0). \tag{1}$$

Autrement dit, en premier lieu, la fonction $\frac{d^m \varphi}{dt^m}$ est harmonique, comme le potentiel φ, et vérifie aux parois la même relation monome que ce potentiel. Or il suit de là, comme on sait, que les valeurs de $\frac{d^m \varphi}{dt^m}$ à tous les niveaux z seront entièrement déterminées par ses valeurs à la surface libre $z = 0$ et que, par suite, leur dérivée en z, au niveau $z = 0$ ou à tout autre, en résultera. Donc, en particulier, pour $m = 1$, les valeurs initiales de la dérivée première $\frac{d\varphi}{dt}$ *dans tout le fluide*, ainsi que leur dérivée en z pour $z = 0$, dépendront des seules valeurs données $f(x, y)$ de cette dérivée première, relatives aussi à la surface $z = 0$.

En deuxième lieu, la condition (1) montre, si l'on y fait $m = 1$, que cette connaissance des valeurs initiales de $\frac{d\varphi}{dt}$ au niveau $z = 0$ y entraîne finalement celle des valeurs initiales de $\frac{d^3\varphi}{dt^3}$; d'où l'on déduira de même, en faisant successivement $m = 3, = 5, = 7, \ldots$, les valeurs analogues, pour $z = 0$ et ensuite pour les divers niveaux z, de toutes les dérivées de φ en t, d'ordre impair.

Quant aux dérivées d'ordre pair, elles sont initialement nulles. En effet, les valeurs initiales de φ étant données égales à zéro à la surface libre et, par suite, dans tout le fluide, la dérivée de φ en z est alors nulle pour $z = 0$; et l'équation (1), prise avec $m = 0$, montre que la dérivée seconde de φ en t se trouve, dans le même cas, nulle aussi à la surface et, par suite, à tous les niveaux z. D'où l'on déduit, en faisant successivement $m = 2, = 4, = 6, \ldots$, que toutes les dérivées paires de φ en t ont, pareillement, zéro comme valeur initiale dans tout le fluide.

En résumé, le potentiel φ des vitesses, considéré au point fixe quelconque (x, y, z) du *champ* qu'occupe le fluide, a *initialement* toutes ses dérivées par rapport au temps t ou nulles, ou calculables à partir des seules valeurs qui

soient données, $f(x, y)$, de la dérivée première $\frac{d\varphi}{dt}$ à la surface $z = 0$, pourvu qu'on sache, pour tout le *champ*, à ordonnées z positives, qu'occupe le fluide, et qui est constamment le même (à des écarts près négligeables, infiniment petits, au voisinage du niveau $z = 0$), intégrer l'équation $\Delta_2 = 0$ des fonctions harmoniques, sous la condition d'obtenir, pour la fonction cherchée, des valeurs arbitraires à la surface $z = 0$, avec une dérivée première partout nulle aux parois suivant le sens qui leur est normal.

Si donc nous appelons φ'_0, φ'''_0, φ^{v}_0, ... les valeurs initiales, *en* (x, y, z), de $\frac{d\varphi}{dt}$, $\frac{d^3\varphi}{dt^3}$, $\frac{d^5\varphi}{dt^5}$, ..., ainsi calculées à partir de $f(x, y)$, *ces valeurs règleront la manière dont y naîtra la fonction* φ; car, pour t assez petit, elles donneront, en vertu de la formule de Mac-Laurin,

$$\varphi = \varphi'_0 t + \varphi'''_0 \frac{t^3}{2.3} + \varphi^{v}_0 \frac{t^5}{2.3.4.5} + \dots, \tag{2}$$

avec une approximation indéfinie pourvu que φ'_0, φ'''_0, φ^{v}_0, ... soient finies et ne s'annulent pas identiquement. Et si cette série converge quel que soit t, elle constituera évidemment l'intégrale générale du problème (¹).

(¹) Il peut être bon d'observer que, le plus souvent, les équations aux dérivées partielles déterminant dans l'état initial, comme il vient d'être dit, les dérivées $\frac{d^m\varphi}{dt^m}$, d'ordre impair, en fonction de leurs valeurs à la surface $z = 0$, s'intégreront par des sortes d'intégrales définies du genre des potentiels d'attraction, qui exprimeront ainsi chacune de ces dérivées et aussi, par suite (en les différentiant), sa propre dérivée première en z pour $z = 0$, à partir de laquelle se fera de même le calcul analogue de la dérivée impaire suivante. Or il résulte de là que les valeurs initiales des dérivées impaires successives de φ contiendront, dans leur expression, des nombres de plus en plus grands de signes f, ou qu'elles constitueront des intégrales définies ayant leur degré de multiplicité de plus en plus élevé. Donc le calcul effectif des termes de la série (2) obtenue pour représenter le potentiel φ des vitesses exigera, généralement, de plus en plus d'intégrations à mesure que s'élèvera leur rang: ce sera une série dans le genre de celles qu'Émile Mathieu, le premier ou l'un des premiers, a données pour exprimer l'équilibre d'élasticité du parallélépipède rectangle, et avec lesquelles se familiarisent actuellement les géomètres, à la suite de Fredholm et de M. Volterra, mais sans avoir pu encore, ce semble, aboutir au calcul *effectif* d'aucun résultat (numérique) nouveau, ni même, d'une manière générale, à l'élucidation purement théorique du cas fréquent où se présente, à la frontière du corps étudié, une discontinuité soit géométrique, telle qu'un sommet ou une arête, soit seulement physique, dans le genre par exemple d'une annulation de vitesse avec changement de direction. Et il conti-

IV. Les expressions de φ'_0, φ'''_0, φ^{v}_0, ... se simplifient notablement quand, le bassin étant assez profond et la fonction φ s'évanouissant, avec le mouvement, pour les grandes valeurs de z, les seules parois qu'il reste à considérer sont des bords verticaux, *à normales dn parallèles en tous les points* (x, y) *de chacune de leurs ordonnées* z; de sorte qu'on puisse, le long d'une même ordonnée, différentier par rapport à z la relation $\frac{d\varphi}{dn} = 0$, ou y écrire $\frac{d}{dn}\frac{d\varphi}{dz} = 0$. Alors, si l'on appelle τ la fonction, évidemment harmonique, $\frac{d^2\varphi}{dt^2} - \frac{d\varphi}{dz}$, non seulement sa valeur pour z infini, c'est-à-dire au fond, se trouve nulle, mais, de plus, sa dérivée, suivant les normales horizontales dn aux parois, le sera; et comme, en vertu de (1), ses valeurs à la surface $z = 0$ sont aussi nulles, cette fonction harmonique s'annulera identiquement. La condition (1) deviendra donc, pour régir φ, la nouvelle *équation indéfinie*

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{d\varphi}{dz}. \tag{3}$$

C'est ce qu'avait remarqué déjà, au moins pour les bassins indéfinis latéralement, Poisson, qui avait d'ailleurs reconnu que cette équation (3) exprime la constance de la pression $z - \frac{d\varphi}{dt}$ exercée durant tout le mouvement autour de chaque molécule fluide. Appelons Z l'ordonnée verticale mesurant hydrostatiquement cette pression invariable, ordonnée nulle pour les molécules superficielles; et nous pourrons (ce qu'on démontre aisément) regarder l'abaissement actuel $z - Z$ de la molécule au-dessous

---

nuera probablement à en être ainsi, jusqu'à ce que cette belle théorie ait reçu quelque complément capital susceptible d'en simplifier et d'en étendre l'application.

Toutefois, deux articles récents de M. Léon Lichtenstein, insérés dans les *Comptes rendus* des séances des 18 octobre et 29 novembre 1909 de l'Académie des Sciences (t. CXLIX, p. 624 et 977), permettent d'espérer que la difficulté relative aux discontinuités pourra être levée; car le second article, du 29 novembre 1909, la lève déjà pour un contour anguleux, sous les deux conditions restrictives que les angles y diffèrent de zéro et que la fonction dite *noyau* n'y devienne infinie que de certaines manières. Mais une extrême complication, presque décourageante pratiquement, subsiste encore dans les calculs.

Pour revenir à la question de nos ondes, on verra ci-après (n° 4) comment l'hypothèse d'une profondeur infinie réduit aux dérivées successives en z d'une fonction unique h_0 les résultats des intégrations de plus en plus multipliées destinées à donner φ'_0, φ'''_0, φ^{v}_0, ...: heureuse circonstance, sans laquelle le calcul des ondes d'émersion serait probablement, jusqu'à ce jour, resté inextricable.

du niveau hydrostatique de sa pression effective comme étant sa *dénivellation* présente h, par rapport à son niveau tant primitif que final de repos. Nous aurons donc, d'une manière générale,

$$h = \frac{d\varphi}{dt}. \tag{4}$$

Or, si nous différentions des nombres pairs de fois l'équation (3) par rapport au temps, il vient successivement, vu, finalement, cette équation (3) elle-même,

$$\frac{d^4\varphi}{dt^4} = \frac{d}{dz}\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{d^2\varphi}{dz^2}, \quad \ldots, \quad \frac{d^{2n}\varphi}{dt^{2n}} = \frac{d^n\varphi}{dz^n},$$

puis, en différentiant une fois de plus par rapport au temps t,

$$\frac{d^{2n+1}\varphi}{dt^{2n+1}} = \frac{d^n}{dz^n}\frac{d\varphi}{dt} = \frac{d^n h}{dz^n}.$$

Faisons $t = 0$ dans cette équation et désignons par h_0 la valeur initiale, au point quelconque (x, y, z), de h, déduite comme on a vu de ses valeurs données $f(x, y)$ relatives à la surface libre. La formule (2) deviendra

$$\varphi = th_0 + \frac{t^3}{2.3}\frac{dh_0}{dz} + \frac{t^5}{2.3.4.5}\frac{d^2h_0}{dz^2} + \ldots + \frac{t^{2n+1}}{2.3\ldots(2n+1)}\frac{d^n h_0}{dz^n} + \ldots. \tag{5}$$

Ainsi se trouvera exprimée directement, *en fonction des dénivellations initiales de toute la masse fluide*, la suite de ses états ultérieurs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation du ricinoléate de méthyle par l'ozone.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Brochet**.

Des recherches nombreuses ont été faites sur l'action de l'ozone sur les matières organiques depuis l'époque de la découverte, par Schœnbeim, de cette variété allotropique de l'oxygène (¹).

L'étude de cette action a été reprise dans ces dernières années par M. Harries d'une part, et M. Molinari de l'autre.

Dans une série de recherches du plus haut intérêt, M. Harries a réussi à montrer que l'ozone, en agissant entre autres sur des corps non saturés, s'y fixait en raison de 1^{mol} O^3 par chaque double liaison.

(¹) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 657; t. CXLIV, p. 465.

En présence de molécules aldéhydiques, cétoniques ou acides, l'ozone fournit des composés renfermant 1^{at} d'oxygène de plus que la molécule primitive.

Étendant son étude à d'autres substances, M. Harries est arrivé à codifier en quelque sorte l'action de l'ozone sur la plupart des groupes de molécules, de telle sorte qu'on sait actuellement comment se comporte ce corps vis-à-vis des principales fonctions.

I. La facilité relative avec laquelle on réussit actuellement à obtenir les éthers des acides gras en soumettant à *l'alcoolyse* (1) les matières grasses nous a suggéré l'idée de faire agir de l'ozone sur l'un de ses éthers-sels, *le ricinoléate de méthyle*, pour nous rendre compte de la nature des corps que l'on obtient par le dédoublement de cette molécule.

On sait que l'acide ricinoléique est un acide-alcool non saturé répondant à la formule $C^{18}H^{34}O^3$. Il fixe en effet 2^{at} de brome et se combine à 1^{mol} d'acide acétique pour former de l'acide acétoricinoléique quand on le chauffe à 100° avec de l'anhydride acétique.

On sait d'autre part que l'acide $C^{18}H^{34}O^3$ est à chaîne normale et qu'on peut le convertir au moyen de l'iode et du phosphore en acide iodostéarique et partant en acide stéarique.

Les positions respectives du complexe non saturé et de la fonction alcoolique sont fixées par un ensemble de réactions, fort délicates, dont nous ne citerons que les plus importantes.

Oxydé par l'intermédiaire de l'acide azotique étendu, l'acide ricinoléique donne naissance à de l'acide œnanthylique ou heptanoïque $C^7H^{14}O^2$, de l'acide oxalique $C^2O^4H^2$ et de l'acide azélaïque $C^9H^{16}O^4$.

L'agent oxydant s'attaquant aux points de faible résistance de la molécule, il semblait légitime d'admettre que l'acide eût la constitution suivante :

(I) $$CH^3(CH^2)^5-CHOH.CH^2.CH=CH(CH^2)^7.COOH.$$

Mais l'acide ricinoléique subit d'autres dédoublements.

Soumis à la distillation sèche dans le vide, il donne naissance à de l'acide undécylénique et à de l'aldéhyde œnanthylique (1). D'autre part, chauffé avec de la soude caustique en excès, il fournit de l'alcool octylique (2), de

(1) KRAFFT, *Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch.*, t. X, 1877, p. 2034. En réalité, M. Krafft a opéré sur de l'huile de ricin. L'un de nous a montré que les éthers ricinoléiques, notamment les ricinoléates de méthyle et d'éthyle, subissaient le même dédoublement (A. HALLER, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 465).

(2) GOLDSOBEL, *Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXVII, p. 3121.

la méthylhexylcétone et de l'acide sébacique, toutes réactions qui, si elles confirment nettement la position de la fonction alcool dans la molécule, semblent ne point corroborer l'hypothèse suivant laquelle la double liaison se trouve située en 9-10 dans l'acide ricinoléique. Une formule où cette double liaison serait en 10-11 serait plus en harmonie avec les deux dernières réactions citées :

$$(II)\quad CH^3(CH^2)^5.CH\,OH.CH=CH(CH^2)^8.CO\,OH$$
$$=CH^3(CH^2)^5.CHO+CH^2=CH(CH^2)^8.CO\,OH,$$

$$CH^3(CH^2)^5.CH\,OH.CH=CH(CH^2)^8.CO^2H+2\,NaHO$$
$$=CH^3(CH^2)^5.CH\,OH.CH^3+CO^2Na(CH^2)^8.CO^2Na+H^2.$$

Nous devons toutefois ajouter qu'un ensemble de recherches fort délicates dues à Goldsobel (1), Behrend (2) et Kasanski (3) confirment entièrement la constitution (I) attribuée à l'acide ricinoléique. La contradiction qui semble exister entre les réactions d'oxydation et celles de dédoublement, sous l'influence de la chaleur et de la soude, n'est qu'apparente et trouve son explication dans le fait du déplacement de la double liaison.

Le but de la présente étude a été de rechercher si, en oxydant l'éther ricinoléique au moyen de l'ozone, il était possible de trouver, dans leur intégralité, les deux moitiés en C^9 provenant du dédoublement, sous la forme d'aldéhyde-alcool ou d'acide-alcool pour la première moitié, et sous celle d'aldéhyde-éther-sel ou d'acide-éther-sel pour la seconde moitié.

Ajoutons que cette tentative a déjà été faite par MM. Harries et Thieme (4); mais ces savants, en oxydant l'acide ricinoléique par l'ozone, ont obtenu un ozonide dont la composition se rapproche de la formule $C^{18}H^{34}O^8$, ozonide qui par dédoublement ne leur a fourni, comme produit bien défini, que de l'acide azélaïque à côté d'une huile non étudiée.

L'appareil que nous avons fait établir pour la production de l'ozone ressemble, à quelques modifications près, à celui imaginé par M. Berthelot. Nous en donnerons la description détaillée dans un autre recueil. Il nous permet d'obtenir un oxygène renfermant environ 150^{mg} d'ozone par litre.

On a fait barboter le gaz dans du ricinoléate de méthyle distillant de 225° à 227° sous 15^{mm} auquel on a ajouté 10 pour 100 d'eau.

Au commencement de l'opération on a soin d'entourer le flacon, dans

(1) Goldsobel, *Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXVII, p. 3121.
(2) Behrend, *Ibid.*, t. XXIX, p. 806.
(3) Kasanski, *Ibid.*, t. XXXII, p. 149.
(4) Thieme, *Diss. inaug. Kiel*, 1906, p. 25.

lequel se fait la réaction, d'eau mélangée de glace. Au bout de quelque temps le liquide s'épaissit peu à peu, devient laiteux et mousse passablement. Quand le gaz a de la peine à passer, on cesse de refroidir pour augmenter la fluidité, et l'on arrête le passage du courant gazeux quand la mousse est abondante et épaisse.

Par refroidissement, l'ozonide devient presque solide. On l'étend sur des assiettes poreuses et on le sèche dans le vide. Le produit ainsi obtenu est lavé à l'éther anhydre et de nouveau séché. Il constitue une poudre blanche fondant entre 80° et 85° et qui se conserve très bien à l'abri de l'humidité. Sa composition, déterminée par l'analyse élémentaire, répond à la formule $C^{19}H^{36}O^7$. L'éther ricinoléique a donc fixé 4^{at} d'oxygène et, en se basant sur la théorie émise par M. Harries, on peut attribuer à cet ozonide la formule suivante :

$$CH^3(CH^2)^5.CHOH.CH^2.\underset{\underset{O}{|}}{CH}-\underset{\underset{O}{|}}{CH}-(CH^2)^7.\underset{\underset{O}{\|}}{CO}-OCH^3.$$

Décomposition de l'ozonide. — Une série d'essais nous ayant démontré que les produits de dédoublement de l'ozonide pur sont les mêmes que ceux obtenus avec l'ozonide brut, nous exposerons ici le traitement réalisé sur le produit de l'action de l'ozone sur 250^g de ricinoléate de méthyle et 25^g d'eau.

Étant donnée la nature aldéhydique et acide des composés qui se forment lors de la rupture de l'ozonide, on peut concevoir un traitement au bisulfite suivi d'un autre au carbonate de soude ou la réciproque (¹). Remarquons que la décomposition de l'ozonide au moyen du bisulfite est souvent très violente, tandis qu'avec le carbonate de soude elle est beaucoup plus modérée.

Pour opérer la décomposition au moyen du carbonate on délaie l'ozonide dans l'eau et l'on chauffe au bain-marie, en ajoutant peu à peu une solution du sel alcalin. Après refroidissement on sépare les deux couches, et l'on traite l'huile surnageante par une solution concentrée de bisulfite de soude qui se combine aux corps aldéhydiques.

Partie soluble dans le carbonate de soude. — On acidule la solution au moyen de l'acide sulfurique et l'on sépare la couche huileuse qui est consti-

(¹) MM. Molinari et Soncini ont soumis au même traitement l'ozonide de l'acide oléique (*Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXIX, 1906, p. 2735).

tuée par un mélange d'acides, d'aldéhyde acide et d'acide-éther-sel. Le produit est en effet réducteur. On le dissout dans l'éther et l'on agite la solution avec du bisulfite de soude qui se combine à l'acide aldéhyde.

La solution éthérée fournit, après évaporation, environ 62^{g} d'un mélange d'acides de consistance butyreuse qui est formé par les trois composés :

$CH^3(CH^2)^5-CHOH.CH^2.CO^2H$	$COOH(CH^2)^7COOH$	$COOH(CH^2)^7CO^2CH^3$
Acide β-oxypélargonique.	Acide azélaïque.	Azélaïate acide de méthyle.

Comme il n'a pas été possible de séparer ces trois substances l'une de l'autre, on a saponifié le tout par de la potasse alcoolique et évaporé la solution pour chasser l'alcool. Le résidu est acidulé et agité avec de l'éther. On recueille la liqueur éthérée, on l'évapore, et la masse résiduelle est épuisée avec de l'éther de pétrole bouillant. La solution, après avoir été filtrée, abandonne par refroidissement des paillettes cristallines de l'acide β-oxypélargonique.

Quant à la partie insoluble dans l'éther de pétrole, elle est constituée par de l'acide azélaïque qui, purifié par cristallisation dans l'eau, fond à 106°.

L'*acide β-oxypélargonique ou nonanol-3-oïque* $C^9H^{18}O^3$ se présente sous la forme de grandes lamelles blanches et brillantes, grasses au toucher et fondant à 47°-48°. Insoluble dans l'eau, il se dissout à froid dans l'alcool et l'éther, et à chaud dans l'éther de pétrole bouillant. Ses solutions dans l'alcool absolu dévient la lumière polarisée à droite. $[\alpha]_D = +2°26'$.

Son sel d'argent $C^9H^{17}O^3Ag$ est une poudre blanche qui cristallise par refroidissement de sa solution aqueuse.

La synthèse de cet acide a été faite en collaboration avec le regretté C. Martine en faisant agir le dérivé organomagnésien de l'éther bromacétique sur l'œnanthol. Toutefois le produit obtenu dans ces conditions, tout en ayant la même constitution que l'acide dérivé de l'acide ricinoléique, ne peut être qu'un acide inactif par compensation. Son point de fusion est en effet différent et est situé à 61°. Des tentatives faites pour le dédoubler n'ont pas réussi jusqu'à présent.

L'opération décrite a fourni environ 30^{g} des deux acides β-oxypélargonique actif et azélaïque.

Dans le but de séparer les trois acides β-oxypélargonique, azélaïate acide de méthyle et azélaïque, nous avons soumis une autre portion du mélange à la distillation fractionnée dans le vide de 15^{mm}.

La fraction passant de 150° à 180° renfermait un acide non saturé, difficile à obtenir pur, mais qui, oxydé par le permanganate de potasse,

fournit de l'*acide heptanoïque* distillant de 220° à 225° sous la pression ordinaire.

On a préparé et analysé son sel d'argent $C^7H^{13}O^2Ag$ qui se dépose en paillettes cristallines de sa solution aqueuse.

L'acide non saturé ne peut être que l'*acide nonénoïque*-2 formé aux dépens de l'acide β-oxypélargonique au cours de la distillation :

$$CH^3(CH^2)^5.CHOH.CH^2.CO^2H = CH^3(CH^2)^5 - CH = CH.CO^2H,$$

lequel doit fournir par oxydation de l'acide heptanoïque et de l'acide oxalique

$$CH^3(CH^2)^5.CH = CH\,CO^2H + O^4 = CH^3(CH^2)^5 - COOH + C^2O^4H^2.$$

Des analyses faites sur les portions d'acides passant au-dessus de 180° montrent bien qu'elles renferment de l'azélaïate de méthyle acide, mais il n'a pas été possible d'isoler le produit à l'état de pureté.

Partie insoluble dans le carbonate de soude. — Cette portion (204^g) est agitée avec du bisulfite de soude concentré et abandonnée à elle-même pendant 24 heures. La masse étendue d'eau tiède est ensuite traitée par de l'éther qui dissout environ 25^g d'un produit qui n'est ni aldéhydique ni acide.

La solution aqueuse, séparée de la liqueur éthérée, abandonne, après concentration préalable, un corps blanc et parfaitement cristallisé en aiguilles dont l'analyse conduit à la formule

$$CH^3.O^2C(CH^2)^7 - CH\begin{matrix}\diagup OH \\ \diagdown SO^3Na\end{matrix}$$

qui est celle de la combinaison bisulfitique de l'éther-sel de la semi-aldéhyde azélaïque ou *nonanal-1-oate de méthyle*-9 $CH^3O^2C(CH^2)^7CHO$.

Cette combinaison chauffée avec de l'acide sulfurique étendu se dissocie en donnant un mélange des deux aldéhydes

$CH^3.CO^2(CH^2)^7.CHO$	$HO^2C.(CH^2)^7CHO$
Nonanal-1-oate de méthyle-9.	Acide nonanal-1-oïque-9.

ce dernier provenant de la saponification du premier.

On sépare les deux aldéhydes par le carbonate de soude et la partie insoluble est fractionnée dans le vide. L'aldéhyde éther-sel est un liquide qui bout à 140°-145° sous 15^{mm}.

Quant à l'aldéhyde acide $HO^2C(CH^2)^7CHO$, mis en liberté de son sel de soude, il constitue une masse solide fusible vers 70° et bouillant à 181°-182° sous 15^{mm}. Ces deux produits, dont le second a déjà été obtenu par

M. Harries et ses élèves MM. Thieme (1) et Turck (2), et par MM. Molinari et Soncini (3) en partant de l'acide oléique, s'oxydent tous deux très facilement au contact de l'air.

On a tenté de préparer la semicarbazone des deux semi-aldéhydes, mais seule la semi-aldéhyde acide a fourni la semicarbazone

$$CO^2H(CH^2)^7CHN^2H.CO^2NH^2,$$

déjà préparée par MM. Harries et Thieme (4) en partant des produits de dédoublement de l'ozonide de l'acide oléique.

Cette semicarbazone constitue une poudre blanche fondant à 162°-163°.

Oxydées par le permanganate de potasse, ces aldéhydes ont fourni toutes deux de l'acide azélaïque.

Les eaux mères provenant de la cristallisation de la combinaison bisulfitique $CH^3O^2C(CH^2)^7CH\begin{matrix}OH\\SO^3Na\end{matrix}$ fournissent un liquide brunâtre quand on les chauffe avec de l'acide sulfurique étendu. Ce liquide, oxydé par le permanganate de potasse, donne naissance à des acides parmi lesquels nous avons réussi à isoler, par distillation fractionnée, de l'acide heptanoïque passant de 222° à 225° et dont nous avons préparé et analysé le sel d'argent.

Cet acide ne peut provenir que de la combinaison bisulfitique de l'aldéhyde alcool $CH^3(CH^2)^5-CHOH.CH^2.CHO$.

Produit résiduel. — Les 25^g de substance laissée par le carbonate sodique et le bisulfite de soude sont constitués par des produits huileux non déterminés et par un mélange de palmitate et de stéarate de méthyle fondant à 32°.

En résumé, l'ensemble des recherches auxquelles a donné lieu le ricinoléate de méthyle montre :

1° Que cet éther donne naissance à un ozonide $C^{19}H^{36}O^7$ à côté de produits huileux, quand, mis en présence de 10 pour 100 d'eau, on le soumet à l'action de l'ozone à 150^{mg} par litre dans les conditions où nous avons opéré;

2° Qu'ozonide et produits huileux, soumis à l'action successive du carbonate de soude et du bisulfite de soude, fournissent :

---

(1) Harries et Thieme, *Liebig's Ann. der Chemie*, t. CCCXLIII, p. 354.

(2) Harries et Turck, *Deut. chem. Ges.*, t. XXXIX, 1906, p. 3732.

(3) Molinari et Soncini, *Deut. chem. Ges.*, t. XXXIX, p. 2735.

a. De l'acide β-oxypélargonique $CH^3(CH^2)^5.CHOH.COOH$ actif isomère avec un acide β-oxypélargonique inactif préparé synthétiquement;

b. De l'acide azélaïque et son éther méthylique acide;

c. La semi-aldéhyde de l'acide azélaïque et son éther méthylique; la première de ces semi-aldéhydes a été caractérisée par sa semicarbazone;

3° Que, lorsqu'on soumet à la distillation le mélange d'acides provenant du traitement au carbonate de sodium, on réalise la formation, aux dépens de l'acide β-oxypélargonique, d'un acide non saturé qui par oxydation fournit de l'acide heptanoïque;

4° Que ce même acide heptanoïque prend naissance en oxydant les composés huileux provenant de l'hydrolyse, au moyen de l'acide sulfurique étendu, des eaux mères bisulfitiques. De ce fait on est autorisé à admettre, dans ces eaux mères, l'existence d'une combinaison bisulfitique de l'aldéhyde $CH^3(CH^2)^5 - CH\,OH.CH^2.CH\,O$.

Tous ces résultats, obtenus dans des conditions où il est impossible d'admettre un changement dans l'acide ricinoléique par suite d'un déplacement de la double liaison, confirment la constitution qui est actuellement attribuée à cet acide. Sous l'influence de l'ozone la molécule donne un ozonide qui se rompt suivant l'équation :

$$CH^3(CH^2)^5.CHOH.CH^2CH - HC(CH^2)^7.COOH + H^2O$$
$$\begin{matrix} & & \\ & O & O \\ & \diagdown & \diagup \\ & & O \end{matrix}$$
$$= CH^3(CH^2)^5.CHOH.CH^2CHO + OHC(CH^2)^7.COOH + H^2O^2,$$

chacun des tronçons aldéhydiques subissant ultérieurement, plus ou moins, l'atteinte de l'oxygène pour donner naissance à la série de corps énumérés au cours de notre travail.

ANATOMIE. — *Une fonction supplémentaire du pied dans la race jaune.* Note de M. LANNELONGUE.

Le pied de l'homme, partie essentielle de son appareil de locomotion, est le soutien du poids du corps durant la marche; sa surface plantaire est admirablement configurée pour s'adapter aux inégalités du sol. Dans les attitudes couchées et assises la fonction du pied a un rôle tout à fait accessoire. Telles sont esquissées en trois lignes les fonctions du pied dans la race blanche et les exemples où le pied sert à la préhension des objets sont tout à fait exceptionnels. On cite cependant quelques faits de peintres peignant

avec le pied, Ducournet, par exemple. Le pied du montagnard a une conformation spéciale pour agripper les roches qui assurent son aplomb dans la montée ou dans la descente, comme le pied des gens du désert a, inversement, une forme particulière.

Mais si, dans la race blanche, le corps de l'homme ne quitte guère la verticale que pour se coucher plus ou moins horizontalement ou pour s'asseoir sur des sièges plus ou moins élevés au-dessus du sol, il en est tout autrement dans d'autres races humaines, la race jaune par exemple.

Ici, d'une part, l'homme passe une partie de son temps dans *une position accroupie*.

D'autre part, certaines populations vivent entièrement sur l'eau. Les fleuves et tous leurs affluents, les arroyos, constituent, dans certaines contrées de l'Extrême-Orient, des surfaces d'eaux d'une étendue dont nous ne nous faisons pas l'idée. L'homme y jette des bateaux en nombre considérable sur lesquels il fait un établissement pour sa famille. La famille vit sur le *sampan* ou la barque de transport et de pêche durant toute l'année, et la femme est un habile batelier; les enfants sont en général nombreux.

Le point de départ des transformations fonctionnelles du pied se trouve dans son adaptation séculaire à des usages spéciaux. Pour mieux répondre à l'emploi qu'on lui demande, le pied n'est jamais enfermé dans une chaussure plus ou moins rigide et plus ou moins étroite qui lui impose mécaniquement une forme propre empêchant son développement fonctionnel. On n'y voit pas, par exemple, l'avant-pied s'effiler en pointe et les orteils serrés les uns contre les autres s'infléchir dans une position qui déforme la pulpe et la force à s'appliquer comme un bourrelet ou un marteau sur la semelle de la chaussure.

En Extrême-Orient, au contraire, le pied est tantôt, et le plus souvent, nu (Indiens et Malais, Chinois des champs et des villes du Sud), tantôt recouvert seulement par un bas en fourche permettant l'introduction d'une courroie entre le premier et le second orteil (Japonais), tantôt recouvert d'un bas dans un soulier, pantoufle large, en étoffe, velours, etc. (Chinois).

Dans tous les cas, le pied repose soit directement sur le sol, soit sur une plaquette en bois (getta) ou une semelle de cuir qui ne lui impose aucune contrainte et le laisse se développer naturellement.

Examinons, d'après cela, les modifications fonctionnelles que prend le pied par le fait des circonstances précédentes dans les deux attitudes principales que prend le corps de l'homme durant l'état de veille : l'*attitude accroupie* et l'*attitude verticale*.

Attitude accroupie. — Elle est très fréquente dans l'Inde, au Japon, en Malaisie et même en Chine quoiqu'elle y soit plus rare. Elle offre trois positions différentes. Dans l'une, la plus ordinaire, le corps s'asseoit sur les talons, ostéologiquement sur les calcanéums (*attitude talonnière ou calcanéenne*); dans l'autre le corps repose sur le sol par les fesses, ostéologiquement par l'intermédiaire des ischions (*attitude terrienne*); dans la troisième, enfin, les ischions ne reposent sur rien et le corps reste en l'air (*attitude aérienne*).

Dans chacune de ces attitudes le pied est employé différemment. Prenons l'accroupissement *sur le sol ou terrien*. Les membres inférieurs, fortement fléchis en général, se placent en avant du corps; les genoux forment une saillie angulaire et donnent un point d'appui aux membres supérieurs. C'est la position favorite des Indiens, qui quelquefois dorment ainsi accroupis, des Malais et aussi celle de beaucoup de nègres ou d'indigènes Africains. Cette position se rapproche beaucoup de celle que prennent habituellement les singes.

J'ai vu à Tôkyô, dans une loge de théâtre, un adolescent de 16 à 17 ans se tenir accroupi avec ses pieds agrippés en manière de mains sur la rampe d'une loge et ensuite se servir de son pied droit pour gratter sa cuisse et son genou gauche; c'était le gros orteil doué de mouvement de latéralité et d'une légère rotation qui accomplissait cette besogne.

Dans l'accroupissement *talonnien* le tronc repose directement sur les talons; c'est l'attitude familière aux Japonais qui s'asseoient couramment sur leurs pieds durant les repas et chez eux, dans toutes les habitudes de la maison, comme nous prenons une position assise sur une chaise, sur un fauteuil, sur un divan, etc.

Les diverses articulations de la hanche, du genou, du cou-de-pied, mises à contribution dans les sens les plus extrêmes, y gagnent en souplesse et en étendue. Le déplacement du centre de gravité oblige le corps à se porter en avant et souvent à faire un usage des mains quand surtout on n'a pas l'habitude de ces positions. Le pied acquiert, par suite, une souplesse et une agilité des plus grandes qui lui permettent d'endurer très longtemps ces attitudes; de plus, l'extrême mobilité des orteils, du gros en particulier, font que ces organes sont accommodés à de nombreuses fonctions, depuis celles qui assurent l'équilibre, jusqu'à celles qui consistent à prendre et à tenir les objets qui sont à leur portée.

Accroupissement aérien. — Dans cette attitude le plan inférieur du corps ne repose plus sur les talons; il en est séparé par un intervalle plus ou moins

grand; les ischions, en un mot, ne portent sur rien. Les pieds appuient sur le sol à plat ou plus ou moins relevés en arrière, les membres inférieurs sont fléchis et la face postérieure des cuisses s'applique sur le mollet. C'est l'attitude que l'on prend quand on va à la garde-robe.

L'accroupissement aérien est beaucoup plus rare que les deux autres; il semble être un délassement, bien qu'à première vue il paraisse fatigant. Dans cette attitude le pied est encore employé. J'ai vu un enfant, posé dans cette attitude sur le bord d'un sampan, se servir de son pied pour accomplir un acte que Rabelais eût compris dans les moyens dont il fait l'énumération en certain Chapitre.

Durant la marche, l'ensemble du pied tend à se porter en dedans, vers la ligne médiane du corps, et repose davantage sur le bord externe; la partie antérieure du pied appelle l'attention, elle s'applique sur le sol en s'y étalant, en s'élargissant comme un éventail dont les orteils seraient les lames; on voit un vide entre les doigts du pied et surtout entre le gros orteil et le second doigt.

Les orteils n'apparaissent plus infléchis, raccourcis comme chez les Européens; ils sont droits et bien développés.

Pour mieux favoriser l'isolement et l'indépendance du gros orteil, on place souvent un corps étranger permanent, un anneau entre cet orteil et le second doigt, sans parler des ornements particuliers dont sont parés les pieds des Indiens.

J'ai dit que le gros orteil s'écarte des autres; mais, en outre, cet organe peut exécuter un faible mouvement de rotation de manière que sa face dorsale ou onguéale se porte un peu en dedans. Ce dernier mouvement m'a paru se produire dans l'articulation métatarso-phalangienne.

Le gros orteil devient alors, comme le pouce de la main, un organe servant à la préhension des objets. Le petit orteil, lui-même, peut exécuter isolément un certain degré d'abduction et une faible rotation qui porte en dehors sa face dorsale; j'ai remarqué ce fait chez les femmes qui manient la pagaie sur les sampans.

Tout en marchant, les indigènes se servent de leurs pieds pour ramasser à terre, avec dextérité et précision, un objet quelconque : des feuilles d'arbres, des fruits; ils poursuivent et prennent des souris vivantes; mais c'est surtout dans certaines professions que l'usage du pied est important et rend l'ouvrier plus habile.

Je fais surtout allusion à la profession des bateliers. Dans les fleuves, les rivières, ou les canaux, les transports, comme la poste, se font à l'aide des

sampans. Les femmes aussi bien que les hommes les manœuvrent toute la journée et le pied prenant leur rend la tâche beaucoup plus aisée. Chaque Chinois postier, étendu sur son bateau effilé, gouverne avec les mains et rame avec les pieds; il tient la rame avec énergie entre le gros orteil et les autres doigts et imprime un vigoureux mouvement au bateau par l'action puissante des muscles du membre inférieur.

En appelant l'attention sur les faits précédents, j'ai voulu mettre en relief le fait de populations nombreuses, possédant des membres inférieurs doués d'une grande souplesse et d'une grande agilité.

Le pied n'est plus chez elles un organe exclusif servant à porter le corps. Il peut, selon le genre de vie des gens, s'accommoder à d'autres fonctions et devenir un organe de préhension au même titre que la main et la bouche de l'homme, que la trompe de l'éléphant, que la queue du singe d'Amérique; il est toutefois infiniment moins préhensile que ces derniers organes.

En tant qu'organe de locomotion, le pied rend la marche plus sûre, plus aisée et, dans les circonstances difficiles, moins exposée. En tant qu'*organe prenant*, il donne à celui qui le possède, à cette population considérable de pêcheurs, bateliers, par exemple, de sérieux avantages pour les besoins journaliers de l'existence.

M. **A. Laveran** fait hommage à l'Académie du Tome II du *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1910 :

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Saintour. — MM. Ph. van Tieghem, Troost, Armand Gautier, Guignard, Müntz, Roux, Maquenne.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Schlœsing père, Michel Lévy.

Prix Caméré. — MM. Léauté, Michel Lévy, Humbert, Alfred Picard, Vieille, Le Chatelier, Carpentier.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Poincaré, Carnot.

Prix Jérôme Ponti. — MM. Maurice Levy, Darboux, Chauveau, Bornet, Poincaré, Perrier, Bouvier.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Ph. van Tieghem, Lacroix.

Prix Houllevigue. — MM. Darboux, Lippmann, Poincaré, Émile Picard, Perrier, Violle, Deslandres.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Maurice Levy, Armand Gautier.

L'Académie procède également, par la voie du scrutin, à la nomination des Commissions suivantes :

Commission chargée de présenter une *Question de Prix Vaillant*, pour l'année 1913 : MM. Jordan, Darboux, Lippmann, Poincaré, Émile Picard, Appell, Humbert.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Boussinesq, Painlevé.

Commission chargée de présenter une *Question de Grand Prix des Sciences physiques*, pour l'année 1913 : MM. Troost, Bornet, Perrier, Guignard, Michel Lévy, Bouvier, Henneguy.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Schlœsing père, Bouchard.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

The Carnegie Institution of Washington, founded by Andrew Carnegie. *Scope and organization.*

Traité de Physique, par O.-D. Chwolson, Tome IV, 1er fascicule : *Champ électrique constant.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une condition générale d'intégrabilité.* Note (1) de M. **Émile Borel.**

En indiquant dans une Note récente (2) un point de vue nouveau pour la définition de l'intégrale, j'ai insisté particulièrement sur les analogies avec

(1) Reçue dans la séance du 21 février 1910.

(2) *Comptes rendus* du 14 février 1910.

les travaux et les idées de M. Lebesgue; je voudrais montrer aujourd'hui comment on peut rattacher simplement cette définition à mes premières recherches sur la mesure des ensembles; j'en profiterai pour préciser quelques points dans la construction des *intervalles d'exclusion* et pour en déduire une condition très générale d'intégrabilité des fonctions non bornées. Je ne m'occuperai aujourd'hui que des fonctions d'une seule variable.

Je rappelle d'abord, sous la forme primitive que je lui avais donnée dans ma Thèse (1894), le théorème fondamental sur lequel est basée la théorie : *Si l'on a sur une droite une infinité* (dénombrable) *d'intervalles partiels, tels que tout point de la droite soit intérieur à l'un au moins des intervalles, on peut déterminer effectivement un* NOMBRE LIMITÉ *d'intervalles choisis parmi les intervalles donnés et ayant la même propriété.* De ce théorème on déduit la construction générale des ensembles que j'ai appelés *mesurables* et la définition de la *mesure* pour ces ensembles (1). En particulier, un ensemble qui peut être enfermé dans une infinité (dénombrable) d'intervalles de longueur totale aussi petite que l'on veut de *mesure nulle*. De ces définitions et du théorème fondamental on déduit aisément le théorème suivant :

Étant donnés, dans un domaine limité, une infinité (dénombrable) *d'ensembles mesurables tels que la mesure de chacun d'eux ne soit pas inférieure à* σ, *les points communs à une infinité d'entre eux forment un ensemble dont la mesure n'est pas inférieure à* σ (2); théorème dont la conséquence immédiate est que : *la propriété pour une fonction d'être continue en excluant des ensembles de mesure aussi petite que l'on veut se conserve à la limite* (3). En d'autres termes, étant donnée une série convergente de fonctions continues (non uniformément convergente), on peut déterminer des *intervalles d'exclusion* d'étendue totale aussi petite que l'on veut et tels que la fonction définie par la série soit continue lorsqu'on néglige ces intervalles. On en conclut

(1) La mesure d'un intervalle est sa longueur; la mesure d'un ensemble formé par la réunion d'ensembles sans partie commune (en nombre fini ou infini) est la somme des mesures; la mesure de la différence de deux ensembles, dont l'un est entièrement intérieur à l'autre, est la différence des mesures; si un ensemble quelconque est intérieur à un ensemble mesurable, sa mesure est *inférieure ou égale* à celle de l'ensemble mesurable; la mesure n'est jamais négative. L'utilité du théorème fondamental est de prouver que ces définitions ne peuvent pas entraîner de contradiction (*Leçons sur la théorie des fonctions*, Chap. III, 1898).

(2) *Un théorème sur les ensembles mesurables* (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 17 décembre 1903, p. 966).

(3) *Ibid.*, p. 967.

que cette fonction est intégrable, avec la définition de ma précédente Note, dans le domaine obtenu en faisant abstraction de ces intervalles d'exclusion. Si la fonction est bornée, l'intégrale tend évidemment vers une limite lorsque la somme des intervalles d'exclusion tend vers zéro. Il en résulte que toute fonction bornée limite de fonctions continues est intégrable et ce résultat s'étend sans peine aux fonctions bornées limites des fonctions précédentes, et ainsi de suite, c'est-à-dire à toutes les fonctions bornées qui peuvent être définies analytiquement. Les résultats précédents équivalent à des résultats obtenus par M. Lebesgue; ceux qui suivent me paraissent nouveaux.

Si la fonction limite de fonctions continues n'est pas bornée, il est des cas où elle n'est pas intégrable; citons comme exemple la fonction

$$f(x) = \lim_{n=\infty} \frac{nx}{1+nx^2}.$$

Il faut donc ajouter une condition supplémentaire; nous l'énoncerons brièvement en disant que *les pôles doivent être d'ordre inférieur à l'unité*, ce qui nous permettra de considérer aussi des séries de fonctions *discontinues* intégrables, pourvu que ces séries soient convergentes *en général*, c'est-à-dire que l'ensemble des points de divergence soit de mesure nulle.

La seule précaution à prendre est la suivante : il ne suffit pas que la somme des intervalles d'exclusion tende vers zéro lorsqu'on fait varier l'ensemble de ces intervalles; il faut encore avoir soin, dans chaque choix particulier que l'on fait de ces intervalles, d'assujettir leur décroissance asymptotique à ne pas être trop rapide. Précisons ce point. On dit, en général, qu'un point a est un pôle d'ordre au plus égal à α pour une fonction $f(x)$ lorsque, en excluant un intervalle d'étendue ε, la fonction est inférieure en valeur absolue à $A\varepsilon^{-\alpha}$, A étant un nombre fixe. *On dira de même qu'un ensemble dénombrable de pôles est d'ordre au plus égal à α lorsqu'on pourra fixer une loi de décroissance asymptotique des intervalles d'exclusion* (1) *telle que, si l'on multiplie tous ces intervalles par un nombre arbitrairement petit ε, la fonction soit inférieure en valeur absolue à $A\varepsilon^{-\alpha}$.* Tel est le cas pour la fonction que je citais dans ma dernière Note :

$$\Sigma e^{-n} |x - a_n|^{-\frac{1}{2}}.$$

L'ordre α est ici $\frac{1}{2}$; l'intervalle d'exclusion correspondant à a_n peut être pris égal à $\frac{\varepsilon}{n^2}$.

(1) Bien entendu, les longueurs de ces intervalles forment une série *convergente*.

On arrive dès lors à la conclusion générale suivante : *toute fonction d'une variable reelle definissable analytiquement est intégrable lorsque l'ordre maximum de ses pôles est un nombre inférieur à un.* Le cas où l'intervalle d'intégration s'étend à l'infini se ramène au cas de l'intervalle fini par un changement de variable. On sait que, si l'ordre d'un pôle est égal ou supérieur à 1 et si la fonction ne change pas de signe une infinité de fois dans le voisinage de ce pôle, elle n'est pas intégrable. Le seul cas douteux nouveau qui resterait à étudier est celui d'une infinité dénombrable de pôles dont les ordres seraient tous inférieurs à 1, mais ne seraient inférieurs à aucun nombre plus petit que 1.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions asymptotiques des équations différentielles.* Note de M. **Émile Cotton**, présentée par M. Émile Picard.

Les lignes suivantes contiennent une démonstration nouvelle du théorème d'existence des solutions asymptotiques (1), basée sur des hypothèses moins restrictives que celles faites habituellement. La méthode suivie est celle des approximations successives de M. Picard, mais elle est appliquée *apres transformation des équations différentielles en des équations intégrales convenablement choisies.* Cet artifice augmente beaucoup la puissance de la méthode et peut être avantageusement employé dans d'autres parties de la théorie des équations différentielles (2).

1. Soit S une solution d'un système Σ d'équations différentielles, qui reste régulière lorsque la variable indépendante t croît de zéro à $+\infty$ (nous nous limitons aux éléments réels). Supposons que le système d'équations aux variations relatif à S et Σ appartienne à la classe des systèmes réductibles de M. Liapounoff (Mémoire cité n° 10 et Note du n° 18). On peut alors, par un choix convenable des fonctions inconnues $x_1, x_2, \ldots, x_n$, ramener S à $x_1 = x_2 = \ldots = x_n = 0$, et les équations aux variations à des

(1) Voir : Poincaré, *Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, t. I, Chap. VII; Picard, *Traité d'Analyse*, t. III, Chap. VIII; le Mémoire de Liapounoff. *Sur la stabilité du mouvement*, traduit par M. Davaux, *Annales de Toulouse*, 1908.

(2) On peut, par exemple, interpréter de cette façon la méthode d'approximations employée par M. Bendixon dans l'étude des points singuliers. Pour le cas élémentaire, où l'arc de caractéristique cherché est fini et régulier, voir un article du *Bulletin de la Société mathématique de France.*

équations linéaires à coefficients réels et constants de la forme suivante :

$$\frac{d\xi_1}{dt} = \rho_1 \xi_1, \qquad \ldots, \qquad \frac{d\xi_n}{dt} = \rho_n \xi_n.$$

Nous voulons démontrer que, *s'il y a p nombres* ρ *négatifs,* Σ *admet une famille de solutions dépendant de p constantes arbitraires asymptotiques à* S *pour* $t = +\infty$.

2. Pour abréger l'écriture, *nous supposerons ici* $n = 2$ et $p = 1$. Écrivons alors les équations de Σ,

$$\frac{dx}{dt} = -\lambda x + \mathrm{P}(x, y, t), \qquad \frac{dy}{dt} = \mu y + \mathrm{Q}(x, y, t). \tag{1}$$

Nous supposons $\lambda > 0$, $\mu \geq 0$, et nous faisons les hypothèses suivantes : Pour toute valeur positive de t, et pour $|x| \leq b$, $|y| \leq b$, P et Q sont fonctions bien définies et continues de x, y et t, s'annulent pour $x = y = 0$, admettent par rapport à x et à y des dérivées premières continues, qui s'annulent aussi pour $x = y = 0$. Alors, ε étant un nombre positif arbitrairement choisi, on peut lui faire correspondre un nombre σ tel que pour $|x| \leq \sigma$, $y \leq \sigma$ les valeurs absolues des dérivées soient inférieures à ε.

3. Un procédé d'intégration des équations linéaires non homogènes, dû à Cauchy, amène à *rattacher l'étude des solutions de* (1) *asymptotiques à zéro à celle des équations intégrales*

$$\begin{cases} x(t) = ae^{-\lambda t} + \displaystyle\int_0^t e^{\lambda(\alpha - t)} \mathrm{P}[x(\alpha), y(\alpha), \alpha]\, d\alpha, \\ y(t) = -\displaystyle\int_t^\infty e^{-\mu(\alpha - t)} \mathrm{Q}[x(\alpha), y(\alpha), \alpha]\, d\alpha. \end{cases} \tag{2}$$

Nous montrerons qu'elles admettent des solutions en établissant la légitimité et la convergence des approximations successives de M. Picard,

$$\begin{cases} x_0(t) = ae^{-\lambda t}, \qquad y_0(t) = 0, \\ x_{m+1}(t) = ae^{-\lambda t} + \displaystyle\int_0^t e^{\lambda(\alpha - t)} \mathrm{P}[x_m(\alpha), y_m(\alpha), \alpha]\, d\alpha, \\ y_{m+1}(t) = -\displaystyle\int_t^\infty e^{-\mu(\alpha - t)} \mathrm{Q}[x_m(\alpha), y_m(\alpha), \alpha]\, d\alpha \\ \qquad\qquad (m = 0, 1, 2, \ldots). \end{cases} \tag{3}$$

4. Nous étudierons d'abord les *équations intégrales linéaires de comparaison*

$$(4)\quad X(t)=Ae^{-lt}+\varepsilon\int_0^t e^{l(\alpha-t)}[X(\alpha)+Y(\alpha)]\,d\alpha,\quad Y(t)=\varepsilon\int_t^\infty [X(\alpha)+Y(\alpha)]\,d\alpha.$$

On suppose $0<l\leq\lambda$, $A>|a|$. Formons, par la méthode du n° 3, les approximations successives $X_m(t)$, $Y_m(t)$. On voit facilement qu'elles sont bien déterminées, et que les différences X_m-X_{m-1}, Y_m-Y_{m-1} sont égales aux produits de $A\varepsilon^m e^{-lt}$ par des polynomes en t, de degrés non supérieurs à m, à coefficients positifs et indépendants de ε. Donc, pour $t>0$ et fixe, $X_m(t)$ et $Y_m(t)$ croissent avec m.

D'autre part, on démontre de proche en proche que ces fonctions restent inférieures à

$$(5)\qquad \xi(t)=Ae^{-\rho t},\qquad \eta(t)=\frac{\varepsilon}{\rho-\varepsilon}Ae^{-\rho t},$$

solutions du système linéaire

$$(6)\qquad \frac{d\xi}{dt}=-l\xi+\varepsilon(\xi+\eta),\qquad \frac{d\eta}{dt}=-\varepsilon(\xi+\eta)$$

correspondant à la plus petite des deux racines de l'équation caractéristique : $-\rho$ (ces racines sont réelles si $|\varepsilon|$ est assez petite). Les fonctions (5) vérifient aussi les équations intégrales (4).

Les séries entières en ε, formées par $\Sigma(X_m-X_{m-1})$, $\Sigma(Y_m-Y_{m-1})$ sont donc uniformément convergentes pour $|\varepsilon|$ assez petite; *leurs sommes restent inférieures à* θAe^{-ht}, où $0<h<l$ et $\theta>0$, h et θ étant indépendants de ε. On en conclut que *ces sommes* $X(t)$ *et* $Y(t)$ *vérifient les équations* (4) *et* (6) et sont identiques aux fonctions (5).

5. Laissons à ε une valeur positive fixe suffisamment petite, déterminons σ (n° 2), prenons $A<\frac{\sigma}{\theta}$ et $|a|<A$. Comparons x_m et y_m à X_m et Y_m, puis x_m-x_{m-1}, y_m-y_{m-1} à X_m-X_{m-1} et Y_m-Y_{m-1}, en utilisant des inégalités de Lipschitz convenables. On voit alors que x_m *et* y_m *sont bien définies, restent inférieures en valeurs absolues à* X *et à* Y, *et convergent uniformément vers des limites* x *et* y *vérifiant les équations* (1) *et* (2). Comme x et y dépendent de la constante arbitraire a et restent inférieures en valeur absolue à θAe^{-ht}, la proposition énoncée est bien établie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Conditions nécessaires et suffisantes pour la possibilité du problème de Dirichlet.* Note de M. **Serge Bernstein**, présentée par M. Émile Picard.

Dans un Mémoire que je viens de publier (¹) je me suis occupé de rechercher des conditions suffisantes pour la possibilité du problème de Dirichlet. Je me propose de compléter ici ces recherches en indiquant des conditions nécessaires.

Posons-nous, en particulier, le problème suivant :

Déterminer parmi les équations de la forme

$$Ar + 2Bs + Ct = D \qquad (AC - B^2 > 0), \tag{1}$$

toutes celles pour lesquelles le problème de Dirichlet est toujours (²) *possible.*

Bornons-nous au cas où A, B, C, D sont des fonctions analytiques de x, y, z, p, q régulières pour toute valeur réelle finie de ces variables et telles que, pour p, q infinis, elles croissent comme des puissances entières de p, q. Dans la présente Note je supposerai, en outre, $A'_z = B'_z = C'_z = 0$ et $D'_z > 0$, en me réservant de revenir prochainement au cas général.

Ceci posé, considérons l'expression

$$E = Ap^2 + 2Bpq + Cq^2;$$

il est évident que l'ensemble des termes du plus haut degré en p, q ne peut changer de signe; il arrivera très souvent qu'il ne pourra même pas s'annuler pour p, q différents de zéro. *Si cette dernière circonstance se présente, la condition nécessaire et suffisante pour que le problème de Dirichlet soit toujours possible est que la croissance de* E *soit supérieure ou égale à la croissance de* D.

Ainsi, par exemple, le problème de Dirichlet pour l'équation

$$(1 + q^2)r - 2pqs + (1 + p^2)t = z\sqrt{(1 + p^2 + q^2)^n}, \tag{2}$$

sera toujours possible pour $n \leq 2$, il deviendra, en général, impossible

(¹) *Mathematische Ann.*, t. LXVIII.

(²) Pour fixer les idées on peut préciser ainsi le mot toujours : avec des données analytiques sur un contour convexe analytique quelconque.

pour $n > 2$ (ici $E = p^2 + q^2$). Au contraire, pour l'équation

$$(3) \qquad (1+p^2)r + 2pqs + (1+q^2)t = z\sqrt{(1+p^2+q^2)^n},$$

le problème sera possible tant que $n \leq 4$, et sera, en général, impossible pour $n > 4$ [ici $E = p^2 + q^2 + (p^2+q^2)^2$].

Dans le cas où pour certaines valeurs du rapport $\frac{p}{q}$ l'ensemble des termes du plus haut degré dans E s'annulle, on peut encore affirmer *que le problème de Dirichlet est toujours possible, si la croissance de* E *est, pour toute valeur de* $\frac{p}{q}$, *supérieure ou égale à la croissance de* D, *et impossible dans le cas contraire*, c'est-à-dire, lorsque pour toute valeur de $\frac{p}{q}$ la croissance de E est inférieure à celle de D. Mais la question reste en suspens, si la croissance de E ne devient inférieure à celle de D que pour des valeurs exceptionnelles du rapport $\frac{p}{q}$.

Je remarquerai en terminant que le cas où D'_z peut s'annuler ou reste nul identiquement, se distingue peu du précédent; il faut ajouter seulement aux conditions indiquées plus haut pour la possibilité du problème de Dirichlet l'existence d'une solution particulière de l'équation (1) régulière dans une région du plan aussi grande qu'on le veut. Ainsi, on vérifie facilement que pour l'équation

$$(2') \qquad (1+q^2)r - 2pqs + (1+p^2)t = \sqrt{(1+p^2+q^2)^n},$$

le problème de Dirichlet n'est toujours possible que lorsque $n \leq 2$, et pour l'équation

$$(3') \qquad (1+p^2)r + 2pqs + (1+q^2)t = \sqrt{(1+p^2+q^2)^n},$$

lorsque $n \leq 3$, et devient, en général, impossible dans le cas contraire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation intégrale.* Note (1) de M. **Joseph Marty**, présentée par M. Émile Picard.

Je considérerai dans cette Note l'équation

$$(1) \qquad \varphi(x) - \lambda \int_0^1 A(x)\,K(x,y)\,\varphi(y)\,dy = f(x);$$

(1) Présentée dans la séance du 21 février 1910.

$A(x)$ est continue dans l'intervalle 0,1 sauf peut-être en un nombre fini de points où elle possède une discontinuité finie; son signe est d'ailleurs quelconque; $K(x, y)$ est une fonction symétrique, continue et *définie*, c'est-à-dire que

$$\int\int K(x, y)\, u(x)\, u(y)\, d(x, y) \geqq 0$$

pour une fonction $u(x)$ analogue à $A(x)$. Cette équation intégrale du type *équation de troisième espèce* (Hilbert) peut se résoudre par la méthode de Fredholm; je me propose de retrouver, simplement, les propriétés principales des valeurs singulières de cette équation.

Pour la théorie des équations de seconde espèce (E. Schmidt), l'orthogonalité de deux solutions singulières appartenant à deux valeurs singulières différentes joue un rôle essentiel. Dans le cas actuel, ce sera le fait pour ces solutions d'être *conjuguées* relativement au noyau, c'est-à-dire telles que

$$\int\int K(x, y)\, \varphi_p(x)\, \varphi_q(y)\, d(x, y) = 0.$$

Il résulte de la théorie de Schmidt (on peut d'ailleurs le démontrer directement) qu'une fonction φ conjuguée à elle-même est telle que

$$\int K(x, y)\, \varphi(y)\, dy \equiv 0.$$

Une telle fonction ne peut donc être solution singulière de (1). On en conclut immédiatement :

1° *Les valeurs singulières de* (1) *sont réelles;*

2° *Les pôles d'une solution de* (1) *sont simples;*

3° *Si* $\int_0^1 K(x, t)\, A(t)\, K(t, y)\, dt \not\equiv 0$, *l'équation* (1) *possède au moins une valeur singulière.* — Pour démontrer l'existence de cette valeur, j'emploierai la méthode de Schwarz, en m'appuyant sur une inégalité fondamentale

$$\left[\int\int K(x, y)\, \varphi(x)\, \psi(y)\, d(x, y)\right]^2 \leqq \int\int K(x, y)\, \varphi(x)\, \varphi(y)\, d(x, y) \int\int K(x, y)\, \psi(x)\, \psi(y)\, d(x, y),$$

inégalité qui s'obtient en écrivant simplement que

$$\int\int K(x, y)\, [\varphi(x) + \lambda\psi(x)]\, [\varphi(y) + \lambda\psi(y)]\, d(x, y) \geqq 0,$$

quel que soit λ.

Les *noyaux itérés* seront les fonctions

$$K_p(x,y) = \int K(x,t)\,A(t)\,K_{p-1}(t,y)\,dt,$$
$$K_1(x,y) = K(x,y);$$

toute solution singulière de (1) est solution de l'équation

$$\varphi(x) - \lambda^p \int A(x)\,K_p(x,y)\,\varphi(y)\,dy = 0, \tag{2}$$

et réciproquement à toute valeur singulière positive de l'équation (2) correspond au moins une valeur singulière pour (1). Il existe une valeur singulière positive pour le noyau $K_2(x,y)$.

En remarquant que

$$K_{2p+1}(x,y) = \int\int K(u,v)\,A(u)\,K_p(u,x)\,A(v)\,K_p(v,y)\,d(u,v),$$

on vérifie :

1° Les noyaux itérés ne peuvent être identiquement nuls à partir d'un certain rang que si le noyau

$$K_2(x,y) = \int K(x,t)\,A(t)\,K(t,y)\,dt$$

est identiquement nul. $K_{2p+1}(x,x)$, en effet, ne peut être nul que si $K_{p+1}(x,y)$ est identiquement nul;

2° Les noyaux d'indice impair, pour $x=y$, c'est-à-dire

$$K_{2p+1}(x,x),$$

sont positifs, quel que soit x, et non identiquement nuls. Parmi les constantes

$$U_n = \int K_n(x,x)\,dx,$$

celles d'indice impair sont donc positives et non nulles.

En posant $g_m = \frac{U_{2m+1}}{U_{2m-1}}$, on trouve

$$g_m \leq g_{m+1}. \tag{3}$$

D'autre part,

$$\begin{cases} \int\int |K_{2m+1}(x,y)|\,d(x,y) < U_{2m+1}, \\ \int\int |K_{p+1}(x,y)|\,d(x,y) < H\sqrt{U_{2p+1}}, \end{cases} \tag{4}$$

H étant une constante.

Les relations (4) permettent d'établir que

$$U_{2m+3} < CU_{2m+1},$$
$$U^2_{2m+1} > LU_{4m+3},$$

C et L étant des constantes, et d'obtenir des limites supérieures du module de $K_{2p+1}(x,y)$ en fonction des nombres U. La démonstration s'achève aisément; g_m tend vers une limite g et $\frac{K_{2m+1}(x,y)}{g^m}$ tend uniformément vers une fonction $R(x,y)$; $A(x)R(x,y)$ est une solution singulière pour le noyau $K_2(x,y)$ correspondant à la valeur singulière $\frac{1}{g}$.

Dans le cas où $K_2(x,y)$ serait identiquement nul, on a immédiatement

$$\varphi(x) = \lambda \int A(x) K(x,y) f(y)\, dy,$$

et il est visible qu'il n'y a pas de valeurs singulières.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une paire de séries de Fourier conjuguées.* Note de M. **Léopold Fejér**, présentée par M. Émile Picard.

Considérons le groupe des $2n$ nombres

$$\frac{1}{n}, \quad \frac{1}{n-1}, \quad \ldots, \quad \frac{1}{2}, \quad 1, \quad -1, \quad -\frac{1}{2}, \quad \ldots, \quad -\frac{1}{n},$$

n étant un nombre entier positif. Formons successivement ce groupe pour les valeurs suivantes de n :

$$n = 2^{1^3}, 2^{2^3}, 2^{3^3}, 2^{4^3}, \ldots, 2^{\nu^3}, \ldots,$$

et écrivons ces groupes de nombres, l'un après l'autre, dans une seule ligne, mais après avoir divisé les nombres du $\nu^{\text{ième}}$ groupe par ν^2. Nous obtenons ainsi une suite infinie bien déterminée

$$\alpha_1, \quad \alpha_2, \quad \alpha_3, \quad \ldots, \quad \alpha_k, \quad \ldots.$$

Ses premiers termes sont

$$\alpha_1 = \frac{1}{2}, \qquad \alpha_2 = 1, \qquad \alpha_3 = -1, \qquad \alpha_4 = -\frac{1}{2},$$
$$\alpha_5 = \frac{1}{4 \cdot 2^8} = \frac{1}{1024}, \qquad \alpha_6 = \frac{1}{4(2^8-1)} = \frac{1}{1020}, \qquad \ldots.$$

J'ai démontré antérieurement (¹), d'une manière simple et élémentaire :

La série

$$(1) \qquad \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k \cos k\theta$$

représente la série de Fourier d'une fonction $\varphi(\theta)$ *partout continue et de période* 2π*; cette série est divergente pour* $\theta = 0$ (²).

La série (1) est donc un exemple très simple d'une série de Fourier, qui montre pour $\theta = 0$ la singularité de P. du Bois-Reymond.

Ensuite j'ai remarqué que la série conjuguée $\sum_{k=1}^{\infty} a_k \sin k\theta$ représente aussi la série de Fourier d'une fonction $\psi(\theta)$ partout continue et de période 2π. Cela me permettait (en considérant la série de puissance $\sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k z^k$ de la variable complexe z) de répondre à une question posée par M. Pringsheim (³).

Depuis, en examinant de plus près la série $\sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k \sin k\theta$, j'ai trouvé le résultat suivant :

La série

$$(2) \qquad \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k \sin k\theta$$

représente la série de Fourier d'une fonction $\psi(\theta)$ *partout continue et de période* 2π; *cette série est partout convergente, mais sa convergence est non uniforme dans chaque intervalle contenant la valeur* $\theta = 0$ (⁴).

La série (2) est donc un exemple très simple d'une série de Fourier, qui montre pour le voisinage de $\theta = 0$ la singularité de M. Lebesgue.

(¹) Voir le paragraphe 3 de mon Mémoire *Lebesgue'sche Konstanten und divergente Fourierreihen* dans le Tome 138 du *Journal de Crelle.*

(²) Pour un intervalle $\varepsilon \leq \theta \leq 2\pi - \varepsilon$ (où $\varepsilon > 0$), la série (1) est uniformément convergente.

(³) Voir ma Note *Ueber die Potenzreihe an der Konvergenzgrenze*, dans les *Sitzungsberichte der bayer. Akad.*

(⁴) Pour un intervalle $\varepsilon \leq \theta \leq 2\pi - \varepsilon$, (où $\varepsilon > 0$), la série (2) est uniformément convergente.

Il est intéressant à remarquer que les singularités de P. du Bois-Reymond et de M. Lebesgue se présentent respectivement pour la partie réelle et la partie imaginaire d'une *même* série de puissance à loi de coefficient simple

$$\sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k z^k, \qquad z = e^{i\theta},$$

série qui définit un élément d'une fonction analytique, partout continue pour $|z| \leq 1$.

La démonstration des propriétés indiquées de la série (2) est très simple. Elle repose sur les remarques suivantes :

1° On a

$$\left| \frac{\sin(r+1)x}{n} + \frac{\sin(r+2)x}{n-1} + \ldots + \frac{\sin(r+n)x}{1} - \frac{\sin(r+n+1)x}{1} - \ldots - \frac{\sin(r+2n)x}{n} \right| < 26,$$

pour $n =$ entier positif quelconque, $r =$ entier non négatif quelconque, $x =$ quantité réelle quelconque.

2° On a

$$|\lambda_1 \sin(r+1)x + \lambda_2 \sin(r+2)x + \ldots + \lambda_m \sin(r+m)x| \leq \frac{2\pi L}{\varepsilon}$$

pour

$$\varepsilon \leq x \leq 2\pi - \varepsilon \qquad (\varepsilon > 0),$$

où $m =$ entier positif quelconque, $r =$ entier non négatif quelconque, et λ_1, λ_2, ..., λ_m désignent des nombres quelconques plus petits en valeur absolue que L, mais de signes égaux et toujours croissants ou toujours décroissants.

3° Pour

$$x = \frac{\pi}{2(r+n)},$$

on a

$$\frac{\sin(r+1)x}{n} + \frac{\sin(r+2)x}{n-1} + \ldots + \frac{\sin(r+n)x}{1} \geq \frac{\sqrt{2}}{2} \log\left[\frac{n}{2}\right],$$

où $n =$ entier positif quelconque, $r =$ entier non négatif quelconque, $\left[\frac{n}{2}\right] =$ le plus grand entier contenu en $\frac{n}{2}$.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la façon d'évaluer la température de la vapeur surchauffée.* Note de M. **J.-B. Fournier**, présentée par M. Lippmann.

Au point de vue thermique, il existe une grande différence entre les propriétés de la vapeur saturée employée exclusivement comme force motrice dans les moteurs à vapeur jusqu'à ces dernières années et la vapeur surchauffée employée depuis quelques années seulement.

En effet, dans une chaudière, ne produisant que de la vapeur saturée, la température est rigoureusement la même en tous les points de la masse gazeuse, le refroidissement contre les parois métalliques ou en tout autre point étant constamment compensé par la chaleur de condensation que ce refroidissement provoque en ce point.

Si, au contraire, on suppose que cette même chaudière soit remplie d'une vapeur surchauffée, c'est-à-dire d'une vapeur au-dessus de son point de saturation, on doit assimiler complètement ce fluide à un gaz comprimé dans les mêmes conditions de température et de pression.

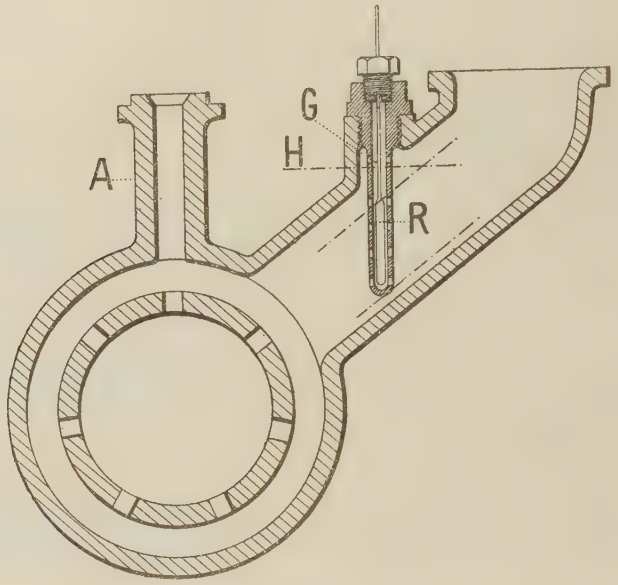
En effet la vapeur surchauffée se comporte comme un gaz proprement dit, une masse d'air, par exemple. Or on sait que l'air ainsi que les autres gaz, sauf l'hydrogène, sont très mauvais conducteurs de la chaleur et, comme tels, peuvent être considérés comme des isolants thermiques.

La température ne peut donc pas être la même aux divers points d'une enceinte contenant de la vapeur surchauffée, à moins que cette vapeur ne soit agitée constamment en tous les points de sa masse; la température de la vapeur, en contact avec la paroi, sera plus grande ou plus petite qu'au centre de l'enceinte, suivant que cette paroi sera chauffée ou exposée au refroidissement extérieur. C'est là un point très important, digne de la plus grande attention des personnes qui s'occupent de la surchauffe en général et en particulier du rendement des machines à vapeur munies d'un surchauffeur, car on peut dire que les dispositifs employés jusqu'ici pour évaluer la température de la vapeur surchauffée prouvent surabondamment que ce dernier fluide a été trop assimilé à la vapeur saturée.

Ainsi, dans les locomotives à surchauffe, le réservoir du thermomètre est contenu dans une niche A (*fig.* 1) ou A_1 (*fig.* 2), pratiquée dans un bossage placé, soit sur la conduite d'adduction de la vapeur au cylindre distributeur, soit sur ce distributeur lui-même. Or, il est facile de voir que, dans ces positions, une partie seulement du réservoir sensible ($\frac{1}{3}$ de ce réservoir) plonge dans la vapeur en mouvement et que la vapeur contenue dans la niche, dans laquelle elle séjourne et où elle est refroidie par les

parois du bossage, est à une température très différente de la température dans l'axe de la conduite d'adduction.

Fig. 1.



Dans cette position défectueuse de son réservoir, le thermomètre indique une température inférieure à la température réelle moyenne de la vapeur, la différence de ces températures pouvant atteindre 75° comme cela a été constaté sur les locomotives de l'État italien, groupe 640. Cette différence n'a pas seulement pour effet d'exposer le mécanicien à manœuvrer d'une façon intempestive les organes de sa machine, le thermomètre étant son seul guide, mais aussi de donner une appréciation inexacte du rendement.

La formule de Carnot

$$R = I - \frac{T'}{T - \varepsilon},$$

dans laquelle ε désigne cette différence, T et T′ les températures absolues réelles de la vapeur dans le surchauffeur et à l'échappement, montre, en effet, que le rendement varie en raison inverse de ε, c'est-à-dire de la différence entre la température réelle de la vapeur et de la température lue au thermomètre.

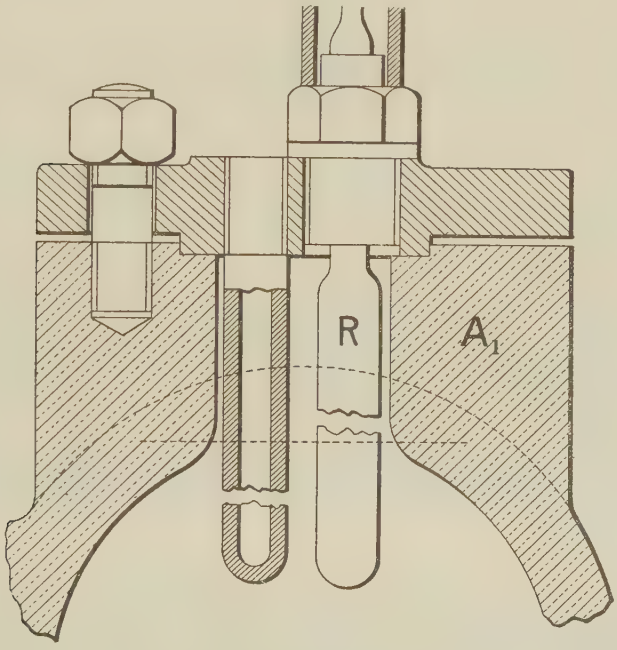
On est donc conduit à calculer un rendement trop petit.

Position normale du réservoir sensible du thermomètre. — Quel que soit

le système du thermomètre employé, qu'il soit à dilatation ou à tension de vapeur saturée, il est de toute rigueur que son réservoir plonge entièrement dans la vapeur en mouvement, de façon que celle-ci en lèche entièrement les parois.

Le réservoir du thermomètre devra donc avoir des dimensions assez petites pour qu'il soit entièrement immergé dans le tourbillon de vapeur et qu'aucun de ses points ne soit placé en dehors de la paroi de la surface cylindrique formée par la paroi interne de la conduite de vapeur.

Fig. 2.



On évitera également, autant que possible, le contact des parois de la conduite avec le réservoir.

En suivant ces prescriptions, on pourra adopter l'un ou l'autre des dispositifs suivants :

1° On pourra placer le réservoir dans la vapeur même, sans aucune enveloppe protectrice; mais, dans ce cas, il est utile de renforcer convenablement le réservoir pour lui permettre de résister à l'action corrosive bien connue de la vapeur surchauffée.

2° On pourra aussi, comme le représente le dessin figure 1, placer le réservoir sensible dans une gaine métallique (acier de préférence) le protégeant contre la corrosion, et disposé comme le représente en G la figure 1. Cette gaine, fermée par un joint

hermétique, pourra être ajourée (dispositif adopté récemment par les chemins de fer de l'État italien) ou bien non ajourée et remplie d'huile bouillant à haute température, comme la valvoline, jusqu'à un niveau H, de façon à baigner *constamment* le réservoir sensible R (dispositif adopté par les chemins de fer français, suisses, belges, russes, etc.).

Il est évident, d'ailleurs, que l'évaluation de la température ne sera rigoureuse qu'autant que la partie sensible du thermomètre sera entièrement localisée dans le réservoir : il n'y a, jusqu'à présent, que les thermomètres à tension de vapeur saturée qui réalisent cet avantage important.

PHYSIQUE. — *Bobine symétrique pour galvanomètre à cadre mobile.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. d'Arsonval.

M. Lippmann a autrefois appelé l'attention sur les inconvénients présentés par le magnétisme du cuivre pour la construction des galvanomètres très sensibles à bobine mobile.

Le cuivre chimiquement pur est diamagnétique, mais l'étirage de ce métal dans des filières en acier lui communique un magnétisme variable avec la fabrication, et qui peut être suffisant pour donner à la bobine suspendue dans le champ un couple directeur plus grand que celui du fil de torsion.

Le remède préconisé par M. Lippmann est d'employer des champs aussi uniformes que possible, et de recouvrir d'autre part la bobine d'un vernis renfermant un corps fortement diamagnétique, le bismuth par exemple, annulant très sensiblement le couple présenté par la bobine.

La solution que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui, peut-être plus facile à employer par les constructeurs, consiste à obtenir la symétrie magnétique du système suspendu par la symétrie d'enroulement du fil magnétique autour de l'axe.

L'axe de la bobine est constituée par une tige légère en aluminium portant deux petits plateaux p et p' en aluminium ou en mica.

Le fil est alors bobiné sur ce système à la façon d'un induit en tambour de dynamo, et la bobine terminée se présente comme un cylindre, dont les deux bases sont constituées par les petits plateaux p et p', et dont les génératrices sont le fil lui-même.

On conçoit que dans ces conditions le système ne soit soumis à aucun couple directeur dans un champ magnétique, puisqu'il est complètement symétrique par rapport à son axe de rotation.

Le gain de sensibilité ainsi obtenu compense largement l'augmentation

de poids et de résistance de la bobine, dus à la présence de spires dont le plan est perpendiculaire aux lignes de force.

Le couple moteur du galvanomètre se trouve diminué par cette disposition ; il est facile de voir, en intégrant l'action des diverses spires rangées sur une surface cylindrique, que le couple est dans le rapport $\frac{2}{\pi} = 0{,}61$, avec ce qu'il serait si ces mêmes spires étaient toutes parallèles aux lignes de force.

Ce petit inconvénient est largement compensé par les avantages indiqués au cours de cette Note.

TÉLÉMÉCANIQUE SANS FIL. — *Sur les résultats obtenus dans la torpille radio-automatique par un nouveau télécommutateur et radio-combinateur.* Note de M. **G. Gabet**, transmise par M. L. Cailletet.

Dans une Communication présentée à l'Académie le 7 janvier 1907, j'exposai le principe général sur lequel reposent les appareils télémécaniques actuels : principe du *retard au contact* permettant la sélection des commandes.

Les résultats pratiques que j'ai obtenus dans des nouveaux appareils basés sur ce même principe ont été pleinement vérifiés par une expérience prolongée dans la *torpille radio-automatique*. Cet engin sous-marin a effectué, dans le cours de l'été 1909, de nombreuses sorties en Seine, opérant des

virages variés et franchissant les arches des ponts malgré l'exiguïté du fleuve sillonné de trains de bateaux.

Le radio-combinateur, employé à la station d'émission, a pour but d'affranchir complètement l'opérateur du soin matériel de la manipulation hertzienne. Il porte 10 touches numérotées correspondant aux commandes à effectuer. Il suffit d'appuyer sur la touche choisie pour que la torpille opère, à distance, la manœuvre désignée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle méthode d'analyse par les courbes de miscibilité; application aux essences de térébenthine.* Note de M. **E. Louïse**.

La méthode d'analyse par les courbes de miscibilité que j'ai fait connaître précédemment (1) et dont j'ai indiqué les détails d'exécution dans un Recueil spécial (2), permet de caractériser avec la plus grande facilité les essences de térébentine, ainsi que les produits servant ordinairement à leur falsification : les éthers de pétrole connus sous le nom de White Spirit et les huiles de résine. Pour cette nouvelle application, le principe de la méthode reste le même, ainsi que les définitions de *points* et de *courbes de miscibilité;* toutefois, au lieu de prendre l'acétone comme nous l'avions fait pour les huiles, nous avons dû rechercher un autre liquide capable de donner un mélange *double* avec l'essence de térébenthine, mélange qui lui-même permettrait d'obtenir des points et des courbes de miscibilité dans des limites de température où les déterminations sont pratiquement faciles à réaliser. Nous avons reconnu que l'acétone spécialement préparée, l'alcool absolu, l'aniline, donnaient, avec l'essence de térébenthine, des mélanges doubles; mais que l'aniline devait être préférée aux autres, en raison de la netteté parfaite des phénomènes permettant la détermination des différents points de miscibilité.

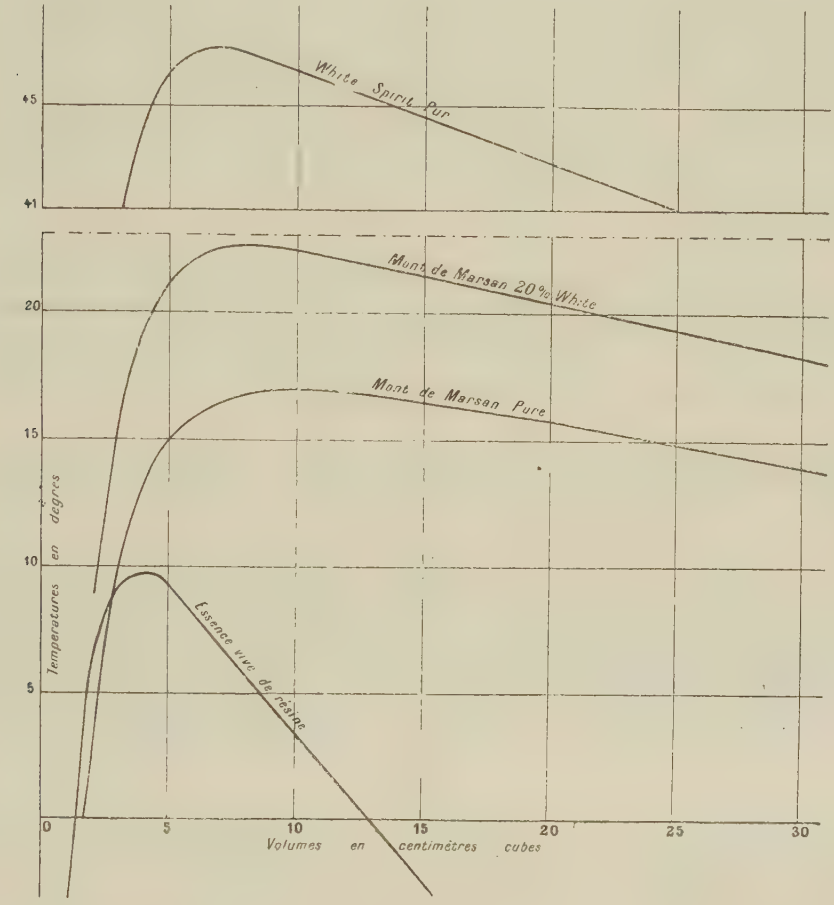
Les courbes représentées sont obtenues avec 10^{cm^3} d'aniline et des volumes variables d'essence, de White Spirit ou d'huiles de résine, bien mesurés avec une pipette graduée.

L'aniline employée avait pour point d'ébullition 182° et avait été identifiée au moyen de notre pétrole *type*, avec lequel elle donne un mélange double. Les traces

(1) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 183; t. CXLIX, 1909, p. 284.

(2) *Annales des falsifications*, janvier 1910.

d'eau, qu'il faut éviter dans toute détermination de ce genre pour obtenir des courbes identiques avec les mêmes produits, avaient été recherchées dans les différents corps étudiés avec de l'alcoolate de baryum.



Nous avons opéré exclusivement sur les essences des Landes, de beaucoup les plus importantes au point de vue de la production française. Douze échantillons authentiques provenant de *crus* différents ont été soumis à l'expérience. Nous avons pu constater que si les courbes de miscibilité qu'ils donnent respectivement ne sont pas identiques, elles sont très rapprochées les unes des autres, parallèles entre elles et viennent se grouper au-dessus et au-dessous de l'essence de Mont-de-Marsan en s'en écartant de un degré au plus.

Quant au White Spirit, sa courbe est de forme différente et se trouve si éloignée de celle des essences qu'elle ne peut être représentée dans les limites

de la figure sans faire dans le plan du dessin une coupure permettant de diminuer les longueurs des ordonnées qui correspondent aux degrés de température.

Enfin les huiles de résine ont également une courbe de miscibilité toute spéciale située au-dessous de celles des essences et s'en écartant beaucoup.

La falsification au moyen de 20 pour 100 de White Spirit donne une courbe très éloignée de la courbe de l'essence pure, et le mélange avec 5 pour 100 se reconnaît encore fort aisément. La falsification par l'huile de résine donne également des courbes intermédiaires entre celles des deux produits mélangés.

Nous avons appliqué également cette méthode aux pétroles, alcools purs ou dénaturés, essences à parfum, corps gras butyreux ou solides, produits de graissage, huiles et baumes employés en pharmacie, etc., et aussi à la détermination des poids moléculaires dont nous avons commencé l'étude.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cryoscopie en solutions concentrées.* Note de M. **E. Baud**, présentée par M. A. Haller.

La détermination des poids moléculaires par la cryoscopie est applicable aux solutions concentrées, si l'on a soin de faire usage d'un dissolvant non polymérisé et de prendre, comme concentration, le poids de corps dissous dans un volume constant (100^{cm^3}) *de solution*, comme dans les calculs relatifs à la pression osmotique. L'équation devient alors

$$P_m = K' \frac{p}{\Delta}.$$

P_m est le poids moléculaire du corps dissous; p le poids du corps dissous existant dans 100^{cm^3} de solution; Δ l'abaissement du point de congélation; K' une constante qui est égale à la constante donnée par Raoult, divisée par la densité du solvant pur

$$K' = \frac{K}{d}.$$

Parmi les dissolvants cryoscopiques usuels, le bibromure d'éthylène et le benzène ne sont pas sensiblement polymérisés à l'état liquide, et le nitrobenzène ne l'est que faiblement.

Je n'ai étudié, jusqu'à présent, que des solutions de liquides dans ces divers dissolvants. (Je considère comme dissolvant celui des deux liquides qui cristallise au début, par refroidissement.)

1° *Cryoscopie dans* $C^2H^4Br^2$. — Une solution de C^6H^6 à $29^g,02$ dans 100^{cm^3} de solution conduit au poids moléculaire 77 (théorie : 78). Une solution de C^6H^6 à $41^g,70$

dans 100^{cm^3} donne $P_m = 76$, tandis que le procédé de calcul employé ordinairement donnerait 103 dans ce dernier cas. Le tétrachlorure de carbone donne $P_m = 153$ à 156 pour des concentrations variant de 7^g à 108^g pour 100^{cm^3} de solution. Le sulfure de carbone donne $P_m = 78,7$ à $84,2$ (concentration : 7 à 22,5) au lieu de 64. Ce corps est légèrement polymérisé, car on obtient des nombres analogues dans le benzène.

Le nitrobenzène est également un peu polymérisé et conduit aux poids moléculaires 134,9 et 136 pour les concentrations $47^g,55$ et $69^g,42$.

Le chloroforme a un poids moléculaire normal pour des concentrations allant jusqu'à 40,70.

Cryoscopie dans le benzène. — Le bibromure d'éthylène donne $P_m = 180$ à 181 (théorie : 188) pour des concentrations de $6^g,07$ à 72^g.

Le sulfure de carbone ($50^g,89$ dans 100^{cm^3}) donne $P_m = 87$.

Le bromure d'éthyle ($29^g,24$ dans 100^{cm^3}) donne $P_m = 104$ (théorie : 109).

Cryoscopie dans le nitrobenzène. — Le bibromure d'éthylène (44 à 31 pour 100) donne $P_m = 190$ à 191 (théorie : 188).

Lorsque le liquide cryoscopique est formé de molécules associées, comme c'est le cas pour l'acide acétique, il se dépolymérise plus ou moins, en se mélangeant avec l'autre liquide, de sorte que le coefficient K′ varie continuellement.

Dans ce cas, le coefficient établi pour les solutions étendues ne convient plus aux solutions concentrées.

C'est ainsi que la cryoscopie du benzène dans l'acide acétique donne des nombres trop forts. Il en est de même pour le tétrachlorure de carbone.

Il est à remarquer que le coefficient $K' = \frac{K}{d}$ varie peu pour les trois solvants faiblement polymérisés.

Ce rapport est :

Pour $C^2H^4Br^2$	54,5
» C^6H^6	56,5
» $C^6H^5NO^2$	57,9

Je poursuis ces recherches.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche de traces de méthanal en présence d'éthanal par la fuchsine bisulfitée.* Note de **M. G. Denigès.**

La fuchsine décolorée par l'acide sulfureux, préconisée par Schiff (1) puis Caro (2), il y a plus de 40 ans, comme réactif des aldéhydes, qui la

(1) *Zeitschrift für Chemie*, 1867, p. 175.

(2) *Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft*, t. XIII, p. 2342.

colorent en rouge, est généralement considérée comme incapable de différencier les divers termes de cette famille avec lesquels elle fournit, lorsqu'on emploie la technique ordinaire, des réactions trop voisines pour pouvoir être distinguées.

Dans le cours de recherches sur les alcools polyvalents (1), nous avons trouvé au contraire qu'en faisant varier les conditions opératoires dans la mise en œuvre du réactif, ou simplement en tenant compte de la durée de son action, on pouvait, pour quelques composés aldéhydiques importants et particulièrement pour le méthanal et l'éthanal, constater des différences très caractéristiques.

C'est ainsi que la coloration que donne le dernier de ces corps avec la fuchsine bisulfitée (volumes égaux de réactif et de solution aldéhydique suffisamment diluée) s'atténue assez vite et tend à disparaître après un certain nombre d'heures, tandis que celle qui est fournie par le méthanal croît d'intensité avec le temps et reste très stable.

Mais c'est surtout en milieu fortement acidifié par l'acide sulfurique que les différences s'accentuent et peuvent être utilisées pour rechercher des traces de formol (2), notamment en présence de quantités relativement très grandes d'aldéhyde éthylique.

Si l'on met en effet, dans un tube à essai, 5^{cm^3} d'une solution aqueuse d'éthanal ne renfermant pas plus de 2 pour 100 de ce produit par litre, si l'on ajoute $1^{cm^3},2$ d'acide sulfurique pur ($D = 1,66$) et 5^{cm^3} de fuchsine bisulfitée (3), on constate, après mélange et un contact prolongé, que le liquide n'a pas pris de coloration sensible (4). En substituant le formol à l'éthanal on observe, au contraire, la production d'une coloration violette d'autant plus intense et plus rapidement obtenue que ce composé est plus abondant.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, novembre 1909, p. 149.

(2) Nous avons fait, autrefois, une application de cette propriété à la recherche du formol dans le lait (*Journ. de Pharm. et de Chimie*, année 1896).

(3) On a donné un grand nombre de formules du réactif de Schiff; celles de Gayon et de Leys sont parmi les plus recommandables. La formule que nous avons adoptée est une variante de celle de ces auteurs; elle consiste à ajouter à 1^l d'une solution de fuchsine au millième, 20^{cm^3} de bisulfite de soude à 36°-40° Baumé et, après 5 à 10 minutes de contact, à verser dans le mélange 20^{cm^3} d'acide chlorhydrique pur ($D = 1,18$). En une heure ou deux, le réactif est suffisamment décoloré pour l'usage.

(4) L'aldéhyde du commerce, même réputée pure, renferme environ $\frac{1}{30000}$ de son poids de formol et fournit une teinte bleutée extrêmement faible quand on la traite comme il est dit plus haut.

Après un contact de 5 à 10 minutes, on peut le déceler à la dose de $\frac{1}{100}$ de milligramme et même moins, dans la prise d'essai, par une teinte violette et une bande d'absorption dans l'orangé, l'une et l'autre très visibles en faisant les observations suivant l'axe du tube. Il en est de même en présence de l'éthanal dans lequel on peut, en se conformant au mode opératoire précédemment indiqué, retrouver $\frac{1}{10000}$ de son poids de méthanal.

Applications. — I. Tous les dérivés du formol (ses acétals, tels que le méthylal, agissent comme lui) susceptibles de régénérer aisément ce produit sous l'influence de l'acide sulfurique peuvent être recherchés par cette méthode. Tel est, par exemple, l'urotropine ajoutée depuis quelque temps aux vins comme antiseptique et qu'on pourra reconnaître soit, suivant la méthode officielle, par l'essai des vapeurs de formol qu'elle dégage, mais accompagnées d'aldéhyde ordinaire, par distillation en milieu acide, avec ce très grand avantage sur le procédé ordinaire que l'éthanal ne nuit en rien à l'essai; soit directement, dans le vin, comme nous l'indiquerons ailleurs.

II. Les différents composés organiques qui, par un traitement approprié, donnent plus ou moins aisément du méthanal, sont justiciables de cette méthode. Tel est particulièrement l'alcool méthylique qui, par oxydation permanganique dans des conditions déterminées, peut être décelé directement, en présence de mille fois son poids d'alcool éthylique et à une dilution encore plus grande si l'on opère après distillation fractionnée, laquelle s'impose quand les produits alcooliques sont accompagnés de polyalcools comme la glycérine, la mannite, etc., dont les dérivés d'attaque par les permanganates, en milieu acide, agissent sur la fuchsine bisulfitée, même fortement acidulée.

Des essais comparatifs, avec des étalons, permettent même de faire des essais quantitatifs très rapides des méthylènes commerciaux et des alcools dénaturés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses effectuées avec le cyanure de benzyle.* Note de MM. **F. Bodroux** et **F. Taboury**, présentée par M. Troost.

L'amidure de sodium a été employé dans ces dernières années, par un certain nombre de savants (Franklin et Stafford, Titherley, Haller, Claisen, Haller et Bauer, Meunier et Desparmet, etc.), pour l'obtention des dérivés sodés de différents composés organiques et comme agent de condensation.

Nous avons constaté que cette substance attaque très facilement, en présence d'éther anhydre, les nitriles de formule

$$R - CH^2 - CN \qquad \text{et} \qquad \begin{matrix} R \\ R' \end{matrix} \!\!>\!\! CH - CN;$$

il y a dégagement d'ammoniac et formation de dérivés sodés de ces nitriles, lesquels réagissent aisément sur un grand nombre de composés appartenant

à des fonctions différentes, et sont, par suite, de commodes agents de synthèse.

La présente Note a pour but de faire connaître les résultats que nous avons obtenus en traitant par différents éthers simples de la série grasse le dérivé monosodé du cyanure de benzyle

$$R - CHNa - CN + R'X = NaX + \begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!\rangle CH - CN.$$

Mode opératoire. — Dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant, on place 11^g d'amidure de sodium finement pulvérisé et 100^g d'éther anhydre, puis, au moyen d'un entonnoir à robinet, on fait tomber goutte à goutte dans le liquide 30^g de cyanure de benzyle. La réaction commence au bout de quelques instants ; le liquide entre en ébullition et de l'ammoniac se dégage. Lorsque l'introduction du réactif est terminée, on chauffe pendant 15 minutes au bain-marie, puis on laisse refroidir. Le ballon contient alors une liqueur brune ou rougeâtre recouvrant un dépôt solide, qui est constitué par les impuretés de l'amidure et par une partie du dérivé sodé, facilement altérable à l'air, qui a pris naissance. On fait tomber, goutte à goutte, dans le mélange $\frac{1}{4}$ de molécule-gramme de l'éther simple choisi; une réaction extrêmement vive, accompagnée d'un dégagement d'ammoniac, se déclare; lorsqu'elle est terminée on chauffe 15 minutes au bain-marie, puis on traite la masse pâteuse obtenue par l'eau. La couche éthérée qui surnage ayant été décantée, on la lave, puis, après l'avoir desséchée sur $CaCl^2$, on chasse l'oxyde d'éthyle par distillation à la pression ordinaire et l'on rectifie ce produit de l'opération sous pression réduite.

Le dérivé cherché est ensuite purifié par distillation à la pression ordinaire; on l'obtient avec un rendement qui varie de 70 à 80 pour 100.

Nous avons ainsi préparé :

1° Avec l'iodure d'éthyle, *le phényl-2-butanenitrile*

$$CH^3 - CH^2 - \underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{CH}} - CN$$

liquide incolore, passant entre 238°-240° sous 735^{mm}. $d_{14} = 0{,}977$.

2° Avec le bromure de propyle, le *phényl-2-pentanenitrile*

$$CH^3 - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{CH}} - CN$$

liquide incolore passant entre 254°-258° sous 760^{mm}. $d_{15} = 0{,}960$.

3° Avec le bromure d'isopropyle, le *phényl-2-méthyl-3-butanenitrile*

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - \underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{CH}} - CN$$

liquide incolore bouillant entre 245°-249° sous 765^{mm}. $d_{15,5} = 0{,}967$.

4° Avec le bromure d'isobutyle, le *phényl-2-méthyl-4-pentanenitrile*

$$CH^3 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} - CH^2 - \underset{\underset{C^6H^5}{|}}{CH} - CN$$

liquide incolore bouillant entre 263°-266° sous 765^{mm}. $d_{16} = 0{,}942$.

Ces quatre nitriles chauffés avec une dissolution bouillante de potasse (25^g) dans l'alcool à 93° (50^g), pendant 7 heures, nous ont fourni les composés suivants :

Phényl-2-butanoïque

$$CH^3 - CH^2 - \underset{\underset{C^6H^5}{|}}{CH} - COOH$$

gros prismes, fusibles à 42°.

Phényl-2-pentanoïque

$$CH^3 - CH^2 - CH^2 - \underset{\underset{C^6H^5}{|}}{CH} - COOH$$

prismes, fusibles à 51°.

Phényl-2-méthyl-3-butanamide

$$CH^3 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} - \underset{\underset{C^6H^5}{|}}{CH} - CONH^2$$

aiguilles soyeuses, fusibles à 111°-112°.

Phényl-2-méthyl-4-pentanoïque

$$CH^3 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} - CH^2 - \underset{\underset{C^6H^5}{|}}{CH} - COOH$$

prismes, fusibles à 78°-79°.

Le phényl-2-butanenitrile et le phényl-2-pentanenitrile ont été antérieurement obtenus par MM. Neure (*Liebig's Annalen*, t. CCL, p. 154) et Rossolymo (*Berichte*, t. XXII, p. 1235) en chauffant les iodures d'éthyle et de propyle avec le cyanure de benzyle en présence de la soude solide.

L'hydrolyse de ces nitriles par l'acide sulfurique a fourni à ces savants les acides correspondants.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide α-cyclogéranique.* Note (¹) de M. **J. Bougault**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note d'un précédent numéro des *Comptes rendus* (¹) j'ai montré que l'acide hypoiodeux naissant oxyde l'acide α-cyclogéranique en donnant : le 1.5.5-triméthyl-Δ_6-cyclohexénol-2, la cétone correspondante et divers autres composés à point d'ébullition plus élevé.

J'ai pu aussi préparer le même triméthylcyclohexénol par une méthode plus avantageuse, qui éclaire en même temps le processus des réactions précédentes et montre que, comme je l'avais supposé, le triméthylcyclohexénol est le premier terme d'oxydation de l'acide α-cyclogéranique : la triméthylcyclohexénone et les autres produits dérivant ensuite du triméthylcyclohexénol primitivement formé.

I. J'ai observé tout d'abord que l'α-cyclogéranate mercurique formé par double décomposition, en solution aqueuse, est très instable : il y a dégagement de CO^2, dépôt de mercure métallique et formation d'un liquide camphré complexe, identique à celui fourni par l'action de $I + HgO$ en solution éthérée, ou $I + CO^3Na^2$ en solution aqueuse. En présence de ces résultats, j'ai pensé que si je pouvais préserver, par éthérification par exemple, la fonction alcool du triméthylcyclohexénol, j'éviterais sa transformation en cétone et sans doute aussi la formation des autres produits à point d'ébullition plus élevé.

Je suis arrivé aisément à ce résultat par l'emploi d'une solution d'acétate mercurique dans l'acide acétique. Lorsqu'à une telle solution, chauffée au bain-marie bouillant, on ajoute peu à peu de l'acide α-cyclogéranique, on observe à chaque addition un rapide dégagement d'anhydride carbonique et une réduction du sel mercurique, qui se manifeste d'abord par un précipité miroitant d'acétate mercureux, puis, suivant la proportion du sel mercurique, par un dépôt de mercure métallique. Avec 1^{mol} d'acétate mercurique pour 1^{mol} d'acide α-cyclogéranique, il reste, à la fin de la réaction, un dépôt de mercure et une solution acétique de l'acétate du triméthylcyclohexénol cherché. Après filtration, on précipite par l'eau.

L'acétate obtenu est très pur et fournit par saponification et avec de très bons rendements le triméthylcyclohexénol.

II. Tandis que, comme on vient de le voir, l'acétate du triméthylcyclohexénol n'est pas modifié par la solution acétique d'acétate mercurique, le

(¹) Présentée dans la séance du 21 février 1910.

(¹) *Comptes rendus*, t. 150, 14 février 1910, p. 397.

triméthylcyclohexénol lui-même est rapidement oxydé à la température du bain-marie bouillant et converti en triméthylcyclohexénone correspondante. On a là un moyen excellent pour la préparation de cette cétone : l'oxydation s'arrêtant à ce terme, la réaction est plus facile à régler que lorsqu'on emploie le mélange sulfo-chromique.

Cette oxydation du triméthylcyclohexénol par les sels mercuriques explique la présence de la triméthylcyclohexénone dans les expériences faites en milieu autre que l'acide acétique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'aldéhyde dimère de l'aldéhyde crotonique.* Note de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. A. Haller.

Le caractère aldéhydique du composé $C^8H^{12}O^2$ dimère de l'aldéhyde crotonique étant établi (¹), j'ai essayé de déterminer la structure du reste $C^7H^{11}O$. Entre autres, se posait le problème de la fonction du deuxième atome d'oxygène. Je vais résumer ces recherches.

L'oxydation de l'acide par un excès de mélange chromique a lieu presque quantitativement selon l'équation

$$C^8H^{12}O^3 + 5,5\,O^2 = 2\,CH^3.CO^2H + 4\,CO^2 + 2\,H^2O.$$

Cette réaction indique donc deux méthyles dans l'acide et, partant, dans l'aldéhyde ; elle permet de rejeter toute formule normale, telle que

$$CH^3.CH:CH.CH\,OH.CH^2.CH:CH.CHO,$$

ou toute autre qui en différerait par la position des doubles liaisons et de l'oxhydrile. Mais la production de l'aldéhyde dimère par 2^{mol} en C^4, aldéhyde crotonique ou aldol, laisse place, d'après les travaux de M. Lieben et de ses élèves (²), à trois autres schémas (I), (II), (III), sans que la synthèse autorise un choix catégorique :

(I) $CH^3.CH:CH.CH.OH.C\begin{cases}CHO\\CH.CH^3\end{cases}$ (II) $CH^3.CH:CH.CH:C\begin{cases}CHO\\CHOH.CH^3\end{cases}$

(III) $CH^3.CHOH.CH:CH.C\begin{cases}CHO\\CH.CH^3\end{cases}$

Ces schémas s'accordent peu avec la stabilité de l'acide correspondant $C^8H^{12}O^3$ qui distille sans altération ; d'autre part, les tentatives de caractérisation d'un oxhydrile dans l'aldéhyde ou l'acide ayant échoué, j'ai pensé que le deuxième atome d'oxygène était oxydique.

(¹) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 394.

(²) Ad. Lieben, *Monatsh. f. Chemie*, t. XXII, 1901, p. 289.

Quatre schémas cycliques (IV), (V), (VI), (VII) sont alors possibles, qui dérivent aisément des schémas (II) et (III) par le jeu de l'hydroxyle comblant une double liaison en 1-4; ce sont :

(IV) $\begin{matrix} CH^2-CH=C.CHO \\ | \quad\quad | \quad\quad | \\ CH^3.CH-O-CH.CH^3 \end{matrix}$ (V) $\begin{matrix} CH=\!=\!=C.CHO \\ | \quad\quad | \quad\quad | \\ CH^3.CH^2.CH-O-CH.CH^3 \end{matrix}$

(VI) $\begin{matrix} CH=CH-CH.CHO \\ | \quad\quad | \quad\quad | \\ CH^3.CH-O-CH.CH^3 \end{matrix}$ (VII) $\begin{matrix} CH=\!=\!=CH \\ | \quad\quad | \quad\quad\quad \diagup CHO \\ CH^3.CH-O-C \\ \quad\quad\quad\quad\quad \diagdown CH^2.CH^3 \end{matrix}$

On notera que le schéma (IV) résulte encore de l'élimination d'eau dans le produit de crotonisation de l'aldol $CH^3.CHOH.CH^2.CH:C(CHO).CHOH.CH^3$, qui est dihydroxylé en 1-5.

De ces formules, je m'autorise à rejeter les pentagonales (V) et (VII), parce que l'oxydation fournit de l'acide acétique sans acide propionique. La formule (IV) semble, à son tour, préférable à la formule (VI), parce que l'acide correspondant ne donne pas de lactone iodée si on le soumet aux réactions indiquées par M. Bougault (1) et que la formation des lactones iodées est caractéristique des acides éthyléniques en β-γ, comme dans le schéma (VI). La fixation de Br.OH sur une liaison α-β, comme en (IV), est au contraire très plausible; et la mobilité du brome constatée dans l'acide hydroxybromé obtenu se comprend parfaitement si ce brome est en α sur un carbone tertiaire.

J'ai alors essayé de démontrer indirectement que l'oxygène du résidu $C^7H^{11}O$ était indifférent, en transformant la fonction aldéhydique en fonction alcool par l'intermédiaire des composés organomagnésiens.

L'aldéhyde même, traité par $C^2H^5.MgI$, a fourni un alcool $C^7H^{11}O.CHOH.CH^2.CH^3$ à odeur menthée grossière, dont l'éther acétique s'est montré monoacétylé; si le second atome d'oxygène eût été alcoolique, on aurait dû avoir une diacétine. De plus, j'ai obtenu l'oxycarbure $C^7H^{11}O.CH:CH.CH^3$ et il s'est montré réfractaire à l'acétylation; c'est un liquide incolore, mobile, d'odeur menthée et anisée, de saveur sucrée comme celle de l'essence d'anis; $d_4^0 = 0,92061$; $d_4^{17} = 0,90669$; $N_{D_{20}} = 1,48567$; éb. : 82°-84° sous 18^{mm}.

L'éther éthylique de l'acide a conduit par l'action de C^2H^5MgI à un composé $C^{12}H^{22}O^2$, correspondant bien à la formule attendue $C^7H^{11}O.C(OH)(C^2H^5)^2$, mais ce composé n'a pu être ni acétylé, ni déshydraté; il possède une odeur d'acétal de pinacone, une saveur brûlante et amère d'abord, puis fraîche et menthée; $d_4^0 = 0,9731$; $d_4^{18} = 0,9598$; $N_D^{20} = 1,46291$; éb. : 260° sous 760^{mm}; 151°-154° sous 19^{mm}.

(1) J. Bougault, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 864; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XIV, 1908, p. 145.

La réfractométrie de l'aldéhyde, de l'éther éthylique, de l'acide, de l'oxycarbure et du présumé alcool tertiaire a fourni les résultats suivants pour la raie D :

Substance.	RM_D observé.	Calculée pour les formules cycliques.	Calculée pour les formules acycliques.
$C^7H^{11}O.CHO$	40,10	38,30	39,84
$C^7H^{11}O.CO^2.C^2H^5$	49,78	49,19	50,73
$C^7H^{11}O.CH:CH.CH^3$	48,27	46,92	48,47
$C^{12}H^{22}O^2$	56,95	58,05	59,59

Au premier abord, en ce qui concerne l'aldéhyde, il semble que la détermination réfractométrique soit en faveur des formules acycliques. Mais c'est une apparence insoutenable; en effet, l'attention a été attirée déjà sur les anomalies que présentent les composés à doubles liaisons conjuguées, y compris celles des systèmes $=C:CH.CH:O$, et l'on sait qu'elles apportent un excès notable de réfraction (1) : 0,7 à 1,9 pour $C:CH.CH:C$; 0,44 (acroléine) à 4,13 (ald. cinnamique) pour $=C:CH.CH:O$. J'ai trouvé pour la réfraction non encore mesurée de l'aldéhyde crotonique : $N_D^{10} = 1,44361$, d'où $RM_D = 21,55$, alors que le calcul indique 20,30, soit un excès de 1,25. Donc, pour les schémas acycliques, ce n'est pas 39,84 qu'il faut prendre, mais des nombres fort supérieurs, puisqu'il faudrait y comprendre à la fois deux causes d'exaltation de la réfraction. Il est infiniment plus simple d'admettre le schéma cyclique (IV) résultant des recherches chimiques, en disant que la double liaison en α-β de la fonction aldéhydique apporte un supplément de réfraction de 1,8.

L'excès 0,59, observé pour l'éther avec formule cyclique, est du même ordre que pour le crotonate d'éthyle (excès de 0,75), alors que les formules acycliques pèchent déjà par excès sur l'observation, avant qu'on fasse entrer en ligne de compte les doubles liaisons conjuguées; ces formules acycliques sont alors franchement inadmissibles. Il en serait de même pour l'oxycarbure $C^{10}H^{16}O$.

Le présumé alcool tertiaire n'est probablement qu'un double éther-oxyde résultant de la disparition de la dernière double liaison par action de l'oxhydrile tertiaire; d'où son indifférence et sa stabilité. On aurait alors $RM_D = 56,50$.

Ces déductions, conformes aux dernières règles de la réfractométrie, appuient donc, elles aussi, les formules cycliques, notamment la formule (IV).

(1) Voir notamment J.-W. Brühl, *D. chem. G.*, t. XL, 1907, p. 878.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les méthoxybenzoylacétates de méthyle.* Note de MM. **A. Wahl** et **C. Silberzweig**, présentée par M. A. Haller.

Tandis que l'éther benzoylacétique a fait l'objet de très nombreuses recherches et peut être compté parmi les composés organiques les mieux connus, ses dérivés de substitution dans le noyau phénylique sont beaucoup moins bien étudiés.

En particulier, on n'a décrit jusqu'ici que deux méthoxybenzoylacétates d'éthyle. L'un obtenu par Tahara (*D. chem. Gesell.*, t. XXV, p. 1307) en condensant, d'après Claisen, l'orthométhoxybenzoate et l'acétate d'éthyle sous l'influence du sodium, est un liquide que la distillation dans le vide décompose; son isomère para a été préparé en traitant, par l'ammoniaque, l'anisoylacétylacétate d'éthyle, il est décrit comme bouillant à 140°-142° sous 10^{mm} (Schoonjans, *Rec. Travaux ch. des Pays-Bas*, t. XVII, p. 238).

L'un de nous a déjà eu l'occasion de remarquer que le véritable anisoylacétate d'éthyle bout vers 190° sous 10^{mm}-12^{mm}, en se décomposant en majeure partie (Wahl, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 352) et que, par suite, le produit de M. Schoonjans devait être surtout constitué par de l'anisate d'éthyle dont il possède le point d'ébullition (1).

Désirant reprendre l'étude de ces éthers β-cétoniques, nous nous sommes adressés, non plus aux éthers éthyliques que la distillation dans le vide décompose, mais aux éthers méthyliques, pensant qu'ils pourraient être plus facilement purifiés. En effet, les méthoxybenzoylacétates de méthyle distillent parfaitement sous pression réduite, et l'anisoylacétate cristallise.

Préparation. — Nous avons préparé ces composés par la méthode de Claisen (condensation de l'acétate de méthyle avec les méthoxybenzoates par le sodium),

$$(CH^3O)C^6H^4-COOCH^3+CH^3-COOCH^3$$
$$=(CH^3O).COH^4-CO-CH^2-COOCH^3+CH^4O$$

en adoptant le mode opératoire indiqué par l'un de nous dans le cas des éthers benzoylacétiques (*Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 72). Lorsque la réaction est terminée on décompose comme habituellement par HCl, reprend par l'éther, lave au carbonate de sodium, sèche et chasse l'éther au bain-marie. Suivant l'éther β-cétonique dont il s'agit, nous avons trouvé qu'il est préférable de modifier la suite des traitements ultérieurs.

(1) M. Schoonjans n'a analysé aucun des produits qu'il a préparés; il indique comme densité de l'anisoylacétate d'éthyle $d_{19°}=1,03$. Nous avons trouvé $d_{19°}=1,160$.

Dans le cas des éthers méta- et paraméthoxylés, on élimine l'excès de méthoxybenzoate qui n'a pas réagi, par distillation dans le vide en ne dépassant pas 140°-150° sous 10^{mm} et l'on transforme le résidu en sel de cuivre. Pour cela, on l'agite dans un grand flacon avec une solution aqueuse d'acétate de cuivre, en ajoutant peu à peu une solution concentrée de carbonate de potassium pour neutraliser l'acide acétique mis en liberté, puis de l'alcool méthylique jusqu'à ce que le liquide soit homogène. Les sels de cuivre à peu près insolubles dans ce milieu se précipitent à l'état cristallisé; ils sont essorés et lavés à l'alcool bouillant. Leur décomposition, par un acide minéral étendu, fournit les éthers cétoniques qui peuvent encore être purifiés par distillation dans le vide. Dans le cas de l'éther orthométhoxylé, la formation du sel de cuivre est moins facile, sans doute par suite de la transformation qu'il subit et dont il sera question plus loin; on isole l'éther β-cétonique en agitant le produit avec de la soude étendue (5 pour 100) et acidifiant la solution alcaline.

Orthométhoxybenzoylacétate de méthyle. — C'est un liquide légèrement ambré, bouillant à 179°-180° sous 15^{mm}, en se décomposant très faiblement avec formation d'*acide o-méthoxybenzoyldéhydracétique* en cristaux jaunes fondant à 214°-215°. Son *sel de cuivre* forme des cristaux verts de composition $Cu(C^{10}H^{11}O^4)$ fondant à 170°-172°. Ce sel normal subit une curieuse transformation quand on le fait bouillir avec de l'alcool méthylique; il se dépose des cristaux bleus dont la composition est très différente et répond à la formule $CuOCH^3(C^{11}H^{11}O^4)$ d'un sel basique.

Une réaction tout à fait analogue a déjà été constatée par M. Wislicenus dans le cas de l'acétylacétate et du benzoylacétate d'éthyle (*D. chem. Gesell.*, t. XXXI, p. 3157). En adoptant l'explication qu'il en a donnée, cette transformation est représentée par l'équation

$$\begin{array}{l} (CH^3O)C^6H^4-C=CH-COOCH^3 \\ \qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\qquad\quad O \\ \qquad\qquad\qquad\quad O\rangle Cu \\ \qquad\qquad\qquad\quad | \\ (CH^3O)C^6H^4-C=CH-COOCH^3 \end{array}$$

Sel vert.

$$= (CH^3O)-C^6H^4-\underset{\displaystyle O-CuOCH^3}{\overset{\displaystyle |}{C}}=CH-COOCH^3 + C^{11}H^{12}O^4.$$

Sel bleu.

Il est remarquable que les sels de cuivre des deux isomères méta et para ne nous aient pas donné de réaction semblable.

Nous avons de plus caractérisé l'éther β-cétonique par les dérivés suivants : le *dérivé nitrosé*, cristaux blancs fondant à 145°-147°; *o-méthoxyphényl-phénylpyrazolone* fondant à 133°-134°; *o-méthoxyphényl-p-nitrophénylpyrazolone* fondant à 217°-218°; *benzèneazométhoxybenzoylacétate de méthyle* fondant à 138°-139°.

Métaméthoxybenzoylacétate de méthyle. — Liquide ambré bouillant à 180° sous 14^{mm} avec une légère décomposition qui fournit l'acide *métaméthoxybenzoyldéhydracétique* en cristaux jaunes fondant à 185°. Son *sel de cuivre* forme des cristaux verts fondant à 172°-173°; son *dérivé nitrosé* fond à 115°-116°. La *métaméthoxyphénylphénylpyrazolone* fond à 124°. Le *benzèneazométaméthoxybenzoylacétate de méthyle* fond à 72°-73°.

Anisoylacétate de méthyle forme des cristaux légèrement jaunes fondant à 27°-28°, bouillant à 190°-192° sous 10^{mm}, en laissant un faible résidu d'*acide anisoyldéhydracétique* fondant à 190°. Son *sel de cuivre* fond à 248°-250°. Le *dérivé nitrosé* fond à 154°. La *paraméthoxyphénylphénylpyrazolone* fond à 136°-137°. Le *benzèneazoanisoylacétate de méthyle* fond à 121°-122°. Ce composé fournit un *dérivé acétylé* en cristaux blancs fondant à 111°-113° dont la réduction ménagée donne de l'acétanilide. Il semble donc bien posséder la constitution

$$CH^3O-C^6H^4-CO-C(=N-N<^{C^6H^5}_{COCH^3})-COOCH^3$$

d'une acétylhydrazone.

Les trois éthers β-cétoniques se dédoublent sous l'influence des acides étendus et bouillants en donnant les méthoxyacétophénones correspondantes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau composé contenu dans les produits alimentaires.* Note (¹) de M. **A. Backe**, présentée par M. L. Maquenne.

Au mois de novembre dernier la douane de Rio de Janeiro signalait la présence de l'acide salicylique dans une farine lactée qui certainement en était exempte. Recherchant la cause de cette erreur, j'ai montré qu'il se forme dans la cuisson des différentes sortes de pains ou biscuits un corps qui donne des réactions très voisines de celles de l'acide salicylique (²). Cette étude, qui intéresse hautement la recherche des fraudes, a été continuée à Rio de Janeiro avec la collaboration du Dr Henninger.

Les principales différences entre l'acide salicylique et le nouveau corps sont les suivantes : la coloration que donne le perchlorure de fer avec

(¹) Présentée dans la séance du 21 février 1910.

(²) *Annales des falsifications*, novembre 1909.

l'acide salicylique est violet pur; avec le nouveau corps elle est rouge si l'on emploie seulement très peu de réactif et ne devient violette que si l'on en ajoute davantage.

Avec l'acide salicylique la réaction n'a lieu qu'en liqueur neutre; au cas du nouveau corps elle se produit même en milieu fortement acide. La réaction de Jorrisen, très sensible pour l'acide salicylique, est négative avec le nouveau corps; la réaction de Zipper est différente; enfin le nouveau corps est détruit par une cuisson prolongée avec une solution de soude, qui n'altère pas l'acide salicylique.

Il ne se présente donc aucune difficulté sérieuse pour faire la distinction certaine des deux substances; il faut d'ailleurs reconnaître que les cas où l'on peut commettre une semblable confusion étaient jusqu'ici fort rares : le maltol, signalé par Brandt dans la bière, était une exception. Nous venons d'en faire connaître une autre bien plus importante, puisqu'elle touche à un grand nombre de produits alimentaires.

J'ai reconnu la présence de ce composé dans différentes sortes de biscuits fabriqués par simple cuisson de farine de blé en pâte, puis sur la croûte de pain. Plusieurs chimistes de Rio qui, à la suite de mes Communications, se sont occupés de cette affaire, l'ont ensuite trouvé dans le café, le cacao torréfiés, etc.

Pour déceler ce corps, on peut l'extraire par le chloroforme ou l'éther, puis faire la réaction du perchlorure sur l'extrait; mais, comme il n'existe jamais qu'en quantités minimes, il est plus sûr de distiller la substance dans un courant de vapeur d'eau, après l'avoir acidulée par l'acide sulfurique ou l'acide phosphorique; on épuise ensuite le distillat par l'éther ou le chloroforme. Dans tous les cas, nous ne parlerons, dans ce qui suit, que de la réaction au perchlorure de fer.

La farine de blé chauffée sans eau, à des températures de 120°, 130°, 140° et 150°, ne donne rien. La même, travaillée en pâte, puis chauffée 2 heures à 120° : très faible réaction. A 130° : faible réaction. A 140° : assez forte réaction. A 150° : très forte réaction. Or c'est à la température de 150° que la croûte du pain ordinaire devient brunâtre.

Pour éclaircir le rôle que peut jouer l'eau ici, nous avons chauffé la farine sèche à 150°, puis nous l'avons transformée en pâte et cuite pendant 2 heures à 150°, comme dans l'essai précédent : trace de réaction seulement, due sans doute à ce que la farine chauffée à sec renfermait encore une petite quantité d'eau hygrométrique.

Ceci montre qu'il s'agit d'une action diastasique; nous avons alors traité

la farine stérilisée par une infusion de malt. La pâte, maintenue pendant 2 heures à 150°, a donné une réaction très forte. La solution de malt, séchée seule avec une matière inerte, puis grillée, ne donnait d'ailleurs absolument rien. La même étude a été poursuivie avec l'amidon et différents sucres.

Amidon sec chauffé à 150° : rien. Amidon en pâte, chauffé à 150° : rien. Amidon traité par l'extrait de malt et chauffé à 150° : très forte réaction. Amidon traité par une solution de diastase (de Merck), puis chauffé à 150° : rien.

Ce dernier fait est bien intéressant, car il démontre que ce n'est pas la diastase ordinaire (amylase) qui agit, mais bien un enzyme spécial, présent à la fois dans la farine et dans le malt. Ajoutons qu'avec la farine aussi bien qu'avec l'amidon, il ne se fait jamais rien sans grillage, qu'on ait ou non ajouté du malt.

Le Dr Henninger, à Rio, a obtenu la réaction avec le sucre de canne, distillé en présence d'un acide minéral. Comme le lévulose agit de même, mais non le glucose, il croyait à une relation étroite entre le nouveau corps et les cétoses; je reviendrai sur ce point. En fait, aucun sucre, sauf les deux mentionnés ci-dessus, ne donne la réaction après distillation en liqueur acide. Il n'en est pas de même si on les caramélise; les expériences suivantes ont été faites en chauffant les matières en vase clos avec de l'eau à 150°.

Amidon : rien. Dextrine, avec ou sans eau : réaction faible ou nulle. Glucose : faible réaction. Saccharose : forte réaction. Maltose cristallisé de Merck : forte réaction (rien avant chauffage). Il est clair qu'avec certains sucres la transformation se fait plus aisément qu'avec d'autres, et la différence entre le glucose et le maltose peut tenir à ce que ce dernier, obtenu à l'aide du malt, retient des impuretés dont on ne peut le dégager.

La distillation avec acide (sulfurique ou phosphorique) produit le même effet que la caramélisation, et cet effet augmente d'intensité quand on accroît la proportion d'acide; cette méthode, excellente pour préparer le nouveau corps, ne peut donc servir à l'étude d'un produit alimentaire, puisqu'elle le fait apparaître là où il n'existait pas.

En résumé, ce corps se forme par l'action de la chaleur (caramélisation) sur certains sucres et les matières amylacées, seulement lorsque ces matières ont au préalable subi l'influence d'un enzyme très répandu dans les végétaux (céréales, cafés, etc.), mais différent de l'amylase.

Quelle est sa nature? On pourrait croire qu'il s'agit du composé découvert par Brandt dans le malt torréfié et étudié ultérieurement par Kiliani et Barlen sous le nom de *maltol*. Après en avoir péniblement isolé environ

$0^g,5$ à l'état sensiblement pur et cristallisé, nous avons pu faire la comparaison.

Le nouveau corps ressemble au maltol sans lui être identique; les réactions colorées sont les mêmes et sans doute les deux composés appartiennent à la même famille; tous les deux se subliment en beaux cristaux et possèdent une réaction acide, mais les formes cristallines sont très différentes, ainsi que les points de fusion : 159° pour le maltol et 95° pour le corps extrait de la poudre de biscuit; celui-ci est d'ailleurs beaucoup plus volatil que le maltol et ne brunit pas à l'air comme ce dernier. J'ajouterai que parfois les cristaux du nouveau corps en renferment quelques-uns qui sont identiques à ceux du maltol; les deux composés peuvent donc se produire simultanément. Leur étude sera poursuivie.

BOTANIQUE. — *Sur un nouveau groupe de Champignons pathogènes, agents des Sporotrichoses.* Note de M. **Louis Matruchot**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le genre *Sporotrichum*, créé par Link en 1809, comprend tous les *Fungi imperfecti* dont les filaments sporifères, cloisonnés et ramifiés, sont couchés ou légèrement ascendants, et dont les spores, toutes semblables et non cloisonnées, naissent solitaires à l'extrémité ou sur le flanc des rameaux.

Un champignon pathogène, isolé, en 1903, par de Beurmann et Ramond de nodosités sous-cutanées chez l'homme, présente tous les caractères généraux des *Sporotrichum;* je l'ai fait rentrer dans ce genre et nous l'avons décrit, Ramond et moi, sous le nom de *Sporotrichum Beurmanni* (1).

Depuis cette époque, de nombreuses observations cliniques nouvelles ont montré la grande fréquence de ces mycoses, dites aujourd'hui *Sporotrichoses*, dont l'agent est un *Sporotrichum* identique ou analogue au *S. Beurmanni;* à l'heure actuelle, plus d'une centaine de cas ont été observés, et il n'est pas douteux qu'avant les travaux de De Beurmann et de ses élèves, les Sporotrichoses étaient aussi fréquentes qu'aujourd'hui, mais avaient été méconnues. On les prenait pour des affections tuberculeuses ou syphilitiques : ce sont, en réalité, des maladies bénignes qu'un traitement par ingestion d'iodure de potassium guérit en quelques semaines.

Depuis 1905, d'assez nombreux échantillons de parasites m'ont été communiqués, grâce auxquels j'ai pu étendre les notions botaniques relatives à cet intéressant groupe de champignons pathogènes.

(1) Matruchot et Ramond, *Un type nouveau de champignon pathogène chez l'homme* (*Bull. de la Soc. de Biologie*, t. LIX, 4 nov. 1905, p. 379).

D'une façon générale, on peut reconnaître, dans les agents des Sporotrichoses actuellement connus, trois types différents :

I. Le premier est le type *Sporotrichum Beurmanni*. Sous ses modalités diverses, il présente toujours les mêmes caractères botaniques fondamentaux que nous avons déjà décrits (*loc. cit.*). La fructification se fait normalement sur les parties aériennes de la culture, mais les filaments sporifères sont couchés, non dressés. Sur un mycélium incolore, les spores, d'abord blanches, puis brunâtres, naissent isolément et sans ordre apparent, en nombre variable, mais généralement très grand pour chaque article du thalle. Exceptionnellement, sur de courts et minces rameaux latéraux qui semblent être des stérigmates plus développés, peuvent naître, côte à côte et successivement, 2-5 spores, disposées dès lors à maturité en petit bouquet; mais cette exception apparente n'infirme pas la règle, qui est que les spores sont solitaires et naissent isolément.

La spore encore insérée sur le filament est généralement piriforme. Tantôt elle se prolonge insensiblement par un pédicule qui aboutit à un stérigmate très fin : elle est alors nettement pédicellée. Tantôt, tout en gardant la forme en poire, elle est fixée directement sur le mycélium, sans interposition de stérigmate. Tantôt enfin, elle a une base plus ou moins élargie par laquelle elle s'insère sur le mycélium. Dans ces deux derniers cas, elle est parfaitement sessile.

II. Un deuxième type est le *Sporotrichum Schencki*. Ce dernier parasite a été observé en Amérique. Isolé en 1898 d'abcès sous-cutanés par Schenck, retrouvé et étudié en 1900 par Hektoen et Perkins, il fut soumis au mycologue Erwin F. Smith qui, après examen de son identité possible avec des *Botrytis*, *Sporotrichum* et *Trichosporium*, conclut à la parenté probable avec les *Sporotrichum*.

Une culture authentique de ce *S. Schencki* (1) m'a permis de constater les affinités réelles de ce champignon avec le *S. Beurmanni*, mais aussi les différences qui les séparent. La culture était restée indéfiniment incolore; toutefois, à la suite de repiquages, un pigment brunâtre est apparu sur des portions aériennes de mycélium agrégé. Les spores, toujours incolores et semblables entre elles, présentent une disposition différente suivant les régions de la culture.

Dans les parties fertiles aériennes, où la fructification se fait normalement, se forment de petits bouquets de spores nées isolément et successivement. En même temps ou peu après, apparaissent sur les cellules sous-jacentes de nouvelles spores, disposées en bouquets ou non. Ce mode de fructification rentre tout à fait dans le type *Sporotrichum*.

Mais dans les parties profondes et humides de la culture, le processus de formation des bouquets de spores subit une modification singulière qui conduit à un type aberrant de fructification. L'extrémité du filament sporifère, au lieu de former une spore nouvelle à côté de la spore dernier-née, la forme au-dessous et sur le flanc de celle-ci; ce processus se répétant plusieurs fois, il en résulte que les spores peuvent apparaître disposées en files irrégulières, à développement centripète. Cette formation

(1) Cette culture m'a été obligeamment communiquée par MM. de Beurmann et Gougerot.

se régularisant, on peut même observer de véritables chapelets de 5, 6 et 8 spores en file régulière.

III. Enfin, j'ai reconnu un troisième type de *Sporotrichum* dans un échantillon qui m'a été fourni par MM. de Beurmann et Gougerot. Il avait été extrait d'une gomme assez profonde, développée dans les muscles de la jambe d'un malade.

Je le considère comme une variété stable du *S. Beurmanni* et le dénomme *S. Gougeroti*.

Les cultures poussent d'emblée noires; les filaments ont la membrane précocement et fortement cutinisée. Les fructifications aériennes présentent ce grand intérêt d'offrir un intermédiaire entre celles du *Sporotrichum Beurmanni* et celles du *S. Schencki*. Sur certains filaments à fructification maigre, la disposition des spores est en petits bouquets latéraux de 2-3 spores, rappelant ceux qu'on trouve si fréquemment dans dans le *S. Schencki*. Sur d'autres filaments, on observe, au contraire, la fructification en *Sporotrichum* type, qui est celle du *S. Beurmanni*.

En outre, le *S. Gougeroti* présente une remarquable abondance de formes bourgeonnantes. Les spores, détachées et tombées sur les parties humides de la culture, y germent en donnant un court mycélium sur lequel naissent, soit latéralement, soit à l'extrémité, des spores secondaires; il y a là une sorte de bourgeonnement en conidies-levures qui nous paraît assez caractéristique du *S. Gougeroti*.

Outre l'intérêt particulier qu'il présente par ses formes bourgeonnantes et par son type intermédiaire entre les *Sporotrichum Beurmanni* et *S. Schencki*, le *S. Gougeroti* nous fait voir que la pigmentation du mycélium est un caractère d'importance très secondaire dans l'étude des agents des Sporotrichoses et ne doit entrer en ligne de compte que bien après les caractères morphologiques tirés du mode de fructification.

Ces derniers caractères m'ont permis de reconnaître et de déterminer, dans le petit groupe des Champignons qui produisent les Sporotrichoses, trois types assez différents pour constituer trois espèces distinctes, dont l'une est intermédiaire par ses caractères entre les deux autres. Notons enfin qu'il y a entre ces divers Champignons des affinités morphologiques réelles, qui en font un petit groupe naturel, et ceci s'accorde bien avec ce qu'on sait d'eux au point de vue physiologique et pathologique.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le développement d'une plante bulbeuse. Variations du poids de la matière sèche.* Note de M. **G. André**, présentée par M. Arm. Gautier.

On sait que certains bulbes, ceux de l'oignon commun par exemple, lorsqu'ils ne sont pas arrivés à maturité au bout de la première année de

végétation, continuent à se développer et à grossir quand on les repique en terre au printemps de l'année suivante. C'est là un procédé très fréquemment employé pour obtenir de gros oignons. Ceux-ci, à l'époque où on les enlève du sol, ont parfois des dimensions considérables et ne portent pas de tiges florales, au moins la plupart du temps. Placés de nouveau dans la terre au printemps suivant, ils se vident peu à peu en fournissant une tige qui porte des fleurs, puis des graines.

En poursuivant les études que j'ai consacrées depuis plusieurs années déjà aux phénomènes généraux de la germination, il m'est arrivé d'observer les faits suivants : des bulbes d'oignon, de dimension moyenne, confiés au mois d'avril à une bonne terre franche, riche en éléments nutritifs, non seulement ne se sont pas épuisés au cours de leur développement, mais à mesure qu'ils grossissaient et que le poids de leur matière sèche augmentait, une tige apparaissait bientôt qui portait des fleurs et des fruits. En sorte que, le bulbe initial, s'il diminue légèrement de poids dans les premiers temps de son évolution pour subvenir, partiellement, à la nutrition de la portion aérienne du végétal, récupère bientôt, par suite de l'exercice de la fonction d'assimilation de cette portion aérienne, les matières qu'il lui avait d'abord abandonnées. A l'époque de la maturité des graines, le poids de ce bulbe (et parfois double bulbe) avait presque quadruplé. Ainsi, la partie aérienne de la plante a fourni à la fois des matériaux à la partie souterraine, c'est-à-dire au bulbe, pendant que, d'autre part, se poursuivait le travail de formation et de maturation des graines.

C'est ce phénomène particulier de nutrition que j'ai étudié au point de vue des variations de poids que subissent la matière sèche, l'azote, les cendres totales et leurs éléments, aussi bien chez la partie aérienne que chez la partie souterraine de l'oignon. Ce phénomène n'est pas absolument rare ; on voit même parfois, lorsqu'un oignon se vide pour former une tige florale, des bulbes de *remplacement* se développer au voisinage du bulbe flétri et acquérir des dimensions qui peuvent être supérieures à celles de ce dernier. Dans le cas qui fait l'objet de cette Note, tous les oignons se sont comportés de même façon ; aucun d'eux ne s'est vidé ; ils ont continué à grossir régulièrement, malgré l'apparition des fleurs et des fruits. J'estime que l'on peut mettre en grande partie ce résultat sur le compte de la qualité du sol dans lequel ont évolué les plantes.

1. J'ai opéré sur un lot de 80 oignons de même espèce, présentant chacun, à très peu près, le même poids initial. Leur plantation a eu lieu le 13 avril 1909, et j'ai prélevé pour l'analyse, aux dates des 27 mai, 24 juin, 26 juillet, 3 septembre, chaque

fois 20 oignons. Cette analyse a porté sur la portion aérienne et sur la portion souterraine de la plante séparée de la précédente au niveau supérieur du bulbe. Voici le Tableau des résultats obtenus, rapportés à 100 oignons et à 100 plantes complètes :

		Poids de matière fraîche.	Poids de matière séchée à 110°.	Cendres totales.	Matière sèche moins les cendres.	Eau dans 100 parties de matière fraîche.
		g	g	g	g	
État initial (13 avril), 100 oignons.....		1255	147,086	10,1048	136,9812	88,28
I. 27 mai.	Partie aérienne.....	4808	315,500	40,7310	271,7690	93,44
	Partie souterraine....	1750,5	127,500	17,4290	110,0710	92,72
II. 24 juin.	Partie aérienne.....	12494	860,880	83,6777	777,2023	93,11
	Partie souterraine....	4894	474,740	33,4689	441,2711	90,30
III. 26 juillet (floraison).	Partie aérienne.....	13356	1064,490	98,8944	965,5956	92,03
	Partie souterraine....	5321	576,25	46,4460	529,8040	89,17
IV. 3 septembre (fructification).	Partie aérienne.....	11189	994,77	108,8022	885,9678	91,11
	Partie souterraine....	5040	517,46	44,1912	473,2688	89,74

II. Je me bornerai à présenter aujourd'hui quelques remarques générales concernant principalement les variations du poids de la matière sèche et celles de l'eau aux différentes périodes de la végétation.

Le 26 juillet, au moment de la floraison, les poids de la matière fraîche et de la matière sèche (cendres déduites) ont atteint leur maximum, aussi bien dans la partie aérienne que dans la partie souterraine. Le 3 septembre, à l'époque de la fructification, ces deux poids ont légèrement diminué. Or comme la fonction chlorophyllienne se ralentit beaucoup en fin de végétation, on peut mettre cette perte de poids de la matière sèche sur le compte des phénomènes respiratoires. Cependant, la proportion centésimale de l'eau demeure très élevée pendant toute la durée de la végétation, tant chez les organes aériens que chez les organes souterrains. Lorsque la tige porte des fruits mûrs (3 septembre), la proportion centésimale de l'eau qu'elle contient est absolument comparable à celle que présente cette même tige lorsque la végétation est à son maximum d'activité. Il en est de même de la portion souterraine du végétal, ce qui indique qu'il existe encore à cette époque un échange continu de substances entre les deux parties de la plante. Le poids des matières fixes contenues dans la plante totale s'est accru de 5 pour 100 environ, entre le 26 juillet et le 3 septembre : ce faible accroissement dont n'a profité que la partie aérienne, porte sur tous les éléments à la fois, sauf la magnésie. La partie souterraine, au contraire, n'a bénéficié d'aucune augmentation. Il semble donc que, entre le 26 juillet et le 3 septembre, tout mouvement de migration ait cessé peu à peu entre la partie aérienne du végétal et sa partie souterraine. La plante emploie, par conséquent, pour la maturation de ses graines, les réserves disponibles qu'elle possède dans sa tige. En effet, les cendres totales ont légèrement diminué dans les organes souterrains; l'azote total et l'acide phosphorique restent à peu près stationnaires. Le poids de la matière sèche, cendres déduites, a diminué de 10 pour 100 environ, cette diminution étant imputable, comme je l'ai dit plus haut, à une perte respiratoire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la stérilisation de l'eau par l'ultraviolet.* Note de MM. **Ed. Urbain**, **Cl. Scal** et **A. Feige**, présentée par M. E. Roux.

A la suite des très intéressants travaux de Mlle Cernovodeanu et de M. Victor Henri (1) nous avons recherché si d'autres sources d'ultra-violet que la lampe à mercure ou le tube de Geissler de M. Billon-Daguerre (2) ne pouvaient pas être utilisées en vue de la stérilisation de l'eau.

Il importait d'abord de rechercher quel était l'état de la question au point de vue de l'absorption de l'ultraviolet par les différents milieux, quartz, air, eau.

1° *Quartz.* — Dans ses expériences sur le quartz, Schumann (3) n'a pas été au-dessous de 1820 UA, et il ressort que, pour cette longueur d'onde, le quartz absorbe d'une façon appréciable; d'autre part Pflüger (4) trouve le quartz fondu moins transparent que le quartz naturel. C'est ainsi qu'une plaque de quartz fondu de $2^{mm},81$ ne laisse passer que 56 pour 100 pour 2100 UA et rien du tout au-dessous de 2000 UA.

2° *Air.* — Dans ses expériences, Schumann montre que 1^{mm} d'air absorbe tout au-dessous de 1650 UA et Kreussler (5) a mesuré la constante d'absorption de l'air. Pour 1860 UA, une colonne de 20^{cm} absorbe 8,8 pour 100 et pour 1930 UA, il n'y a plus d'absorption.

3° *Eau.* — Kreussler (6), opérant sur de l'eau fraîchement distillée, a vu que l'absorption était de 69 pour 100 sur une épaisseur de 1^{cm} pour 1860 UA.

Dans ces conditions, on voit clairement qu'il est inutile de chercher à utiliser des longueurs d'onde inférieures à 1860 UA, le quartz et l'eau se chargeant d'absorber la presque totalité des rayons de longueur d'onde inférieure.

Enfin, on voit aussi que l'air est un milieu d'une transparence très suffisante puisqu'on utilise presque complètement à partir de 1860 UA, et en totalité pour 1930 UA.

La limite inférieure du spectre solaire étant aux environs de 2900, il ne peut donc y avoir d'utiles que les longueurs d'onde comprises entre 1860 UA et 2900 UA.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CL, p. 52.
(2) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 811.
(3) *Photograph. Rundschau*, Heft 11, 1892.
(4) *Pflüger Physik Zs.*, t. V, 1904, p. 215-216.
(5) *Drude's Ann.*, t. VI, 1901, p. 390-423.
(6) *Drude's Ann.*, t. VI, 1901, p. 412-423.

Nous réalisons un arc très riche entre ces limites, en employant, comme mèche des charbons, un mélange de charbon et d'alumine par parties égales.

L'arc se trouve placé à 10^{cm} au-dessus d'une auge circulaire contenant l'eau à stériliser. Dans ces conditions avec un arc de 2 ampères on stérilise définitivement l'eau de la ville pour une durée d'illumination de 1 minute.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Comparaison des actions photochimiques et abiotiques des rayons ultraviolets.* Note de M^{lle} **Cernovodeanu** et M. **Victor Henri**, présentée par M. A. Dastre.

L'action des rayons ultraviolets sur les microbes, sur les différentes cellules des tissus animaux et végétaux, sur les ferments et sur les toxines, présente ce caractère remarquable que ce sont les rayons ultraviolets extrêmes, dont la longueur d'onde est inférieure à 2900 unités Ångstrom, qui sont de beaucoup les plus actifs.

Nous avons entrepris l'étude de l'action des différents rayons ultraviolets sur toute une série de réactions photochimiques, et nous avons comparé les résultats avec les actions bactéricides des mêmes rayons.

Les réactions photochimiques dont nous avons suivi les vitesses sont les suivantes :

1° Décomposition de l'eau oxygénée;

2° Décomposition de KI en présence d'acide chlorhydrique ou sulfurique;

3° Décomposition de KI en présence d'amidon;

4° Réaction de Eder entre le bichlorure de mercure et l'oxalate d'ammoniaque

$$HgCl^2 + (NH^4)^2C^2O^4 = Hg^2Cl^2 + 2CO^2 + 2NH^4Cl;$$

5° Réaction entre le perchlorure de fer et l'acide oxalique

$$Fe^2Cl^6 + H^2C^2O^4 = 2FeCl^2 + 2CO^2 + 2HCl;$$

6° Oxydation des leucodérivés de la fluorescéine, de l'éosine (tétrabromofluorescéine) et du rose bengale (tétrachlortétraiodefluorescéine); ces leucodérivés ont été préparés en liqueur alcaline par réduction avec la poudre de zinc; les réactions d'oxydation ont été étudiées soit sur des papiers filtre imbibés des solutions, soit sur les solutions des leucodérivés dans $NaOH\,\frac{N}{S}$;

7° Noircissement du papier photographique au citrate d'argent.

Comme source lumineuse nous nous sommes servis de lampes à arc de

mercure en quartz de la Société Westinghouse Cooper Hewitt marchant sur 110 volts et 3 ampères.

Pour éliminer les différentes régions du spectre ultraviolet nous avons employé des écrans divers, dont voici les effets :

	Unités Ångström.
Le spectre ultraviolet du mercure s'étend de	4000 à 2224
L'écran en viscose laisse passer les rayons de	4000 à 2534
L'écran en acétate de cellulose laisse passer les rayons de.....	4000 à 2699
L'écran en mica de $0^{mm},05$ »	4000 à 2804
L'écran en verre blanc de 1^{mm} »	4000 à 3022
L'écran en verre euphos de $1^{mm},2$ »	4000 à 3908

Afin de rendre les conditions d'aération et de température comparables, nous avons employé pour le spectre total un écran formé d'une lame de quartz.

Pour comparer entre elles les différentes réactions photochimiques, nous désignons par 10 l'activité qui correspond à la partie du spectre qui traverse l'écran de verre de 1^{mm} d'épaisseur. Le Tableau suivant donne les activités des rayons qui traversent les différents écrans précédents. Un certain nombre de déterminations de vitesses de réactions ont été faites par nous en collaboration avec M. Cazaubon.

Réactions.	Euphos.	Verre.	Mica.	Ac. de cell.	Viscose.	Quartz.
$H^2O^2 = H^2O + O$.....	0,8	10	16	40	50	100
$KI + HCl$.....	»	10	11	»	20	40
KI + amidon.....	»	10	»	»	»	160
$HgCl^2 + (NH^4)^2C^2O^4$.....	»	10	»	»	»	80
$Fe^2Cl^6 + H^2C^2O^4$.....	»	10	»	»	»	80
Leucodérivé de la fluorescéine	4	10	20	40	40	120
Leucodérivé de l'éosine.....	4	10	15	20	20	60
Citrate d'argent.....	1	10	10	12	16	50
Action bactéricide.....	»	10	12	»	3000	10000

L'examen des nombres de ce Tableau montre que l'action bactéricide des rayons ultraviolets extrêmes (au-dessous de 2800) se distingue par leur intensité des actions produites par ces rayons sur les réactions photochimiques étudiées par nous. Il suffit de comparer entre eux les nombres des deux dernières colonnes pour les différentes actions.

Cette limite de 2900 ou 2800 unités Ångström, au-dessous de laquelle les rayons deviennent incompatibles avec la vie, *abiotiques* comme les a

désignés M. Dastre, est précisément la limite à laquelle s'arrêtent les radiations ultraviolettes qui arrivent du Soleil à la surface de la Terre, ainsi que l'avait montré Cornu. Les êtres vivants ne sont donc dans la nature jamais soumis à l'action des rayons ultraviolets ayant moins de 2900 unités.

Il semble donc qu'il y a dans ce fait une *loi d'adaptation des organismes vivants à la lumière solaire;* le protoplasme de tous les êtres vivants est altéré par les rayons ultraviolets extrêmes.

Cette altération du protoplasme peut être facilement constatée par l'étude microscopique.

ANATOMIE. — *Station bipède et muscles fessiers.* Note de M. **I. Chaine**, présentée par M. Edmond Perrier.

Un fait digne de remarque est la disposition si spéciale des muscles fessiers de l'Homme, surtout du fessier superficiel, comparativement à ce qui existe chez les autres Mammifères.

Chez l'Homme en effet, le fessier superficiel est situé *en arrière*, tandis que chez les autres Mammifères ce muscle est placé sur la *face externe* de la cuisse, et même chez le plus grand nombre de ceux-ci (Équidés, Ruminants, etc.); en arrière de lui se trouvent d'autres muscles qui le *bordent postérieurement* (demi-tendineux, demi-membraneux, biceps fémoral, etc.). Un simple regard jeté sur les figures des Traités d'Anatomie humaine et vétérinaire suffit pour constater le fait.

Comment expliquer ces variations dans la situation des muscles fessiers?

Si l'on examine des squelettes *bien montés*, d'Homme et de Mammifères divers, on remarque des dispositions bien différentes dans la région du bassin, dispositions qui ont un grand retentissement sur l'anatomie de cette partie du corps et qui toutes sont une conséquence de ce que l'Homme a une station bipède *parfaite*, tandis que celle-ci n'existe pas chez les autres Vertébrés, ou y est simplement *ébauchée*.

Chez l'Homme, l'os coxal est nettement vertical; c'est-à-dire que *l'ilion occupe une situation supérieure par rapport à l'ischion*. Chez les autres Mammifères, l'os coxal est plus ou moins oblique, ou même horizontal; *l'ilion est alors antérieur et l'ischion postérieur*. De plus, chez l'Homme, l'ilion est en général plus large que chez le plus grand nombre des autres êtres.

Chez l'Homme, le plan géométrique, qui renferme les fémurs, contient aussi les deux ischions; autrement dit, *les ischions sont situés sur la face interne des fémurs*. Chez les autres Mammifères le plan renfermant les fémurs ne contient plus les ischions; ces

parties du squelette sont donc alors dans deux plans différents et *les ischions s'étendent en arrière des fémurs.*

Chez l'Homme, l'ilion ne dépasse guère en avant le plan fémoral, *il s'étend surtout en arrière de celui-ci.* Chez les autres Mammifères, au contraire, *l'ilion s'étend uniquement en avant du plan fémoral.*

La direction des fémurs tend encore à augmenter les dispositions que nous venons d'indiquer.

Chez l'Homme, *les fémurs sont verticaux;* chez les autres Mammifères, *ils sont obliques en avant.* Il en résulte que chez l'Homme le fémur se rapproche de l'ischion et s'éloigne de l'ilion, tandis qu'au contraire, chez les Mammifères, il s'éloigne de l'ischion pour se rapprocher de l'iliaque. L'obliquité du fémur concourt donc à placer l'ilion en avant du plan fémoral et l'ischion en arrière de ce plan; tandis que leur verticalité place l'ischion en dedans du fémur et l'iliaque en arrière.

Chez les êtres qui ont une tendance à se tenir sur les membres postérieurs (Kanguroo, Gerbille, etc.), les dispositions que nous venons de décrire chez les Mammifères autres que l'Homme persistent encore; on les rencontre aussi chez les Anthropoïdes, *dans leur station normale*, bien que beaucoup moins accentuées; il n'y a chez eux qu'une sorte d'ébauche de ce que l'on rencontre chez l'Homme. Cela résulte de ce que ces Singes se tiennent penchés en avant et marchent en s'appuyant sur leurs bras, au lieu d'avoir une attitude verticale et franchement bipède comme l'Homme. Cette manière d'être retentit non seulement sur leur colonne vertébrale qui est oblique et dont les courbures ne sont que très faiblement accusées, mais aussi sur leur bassin qui n'est plus aussi vertical que chez l'Homme et sur leurs fémurs qui sont légèrement obliques en avant.

Enfin, si l'on examine sur un squelette la région coxo-fémorale de l'Homme, par sa face postérieure, on voit qu'il existe une vaste loge, *très largement* ouverte en arrière, à coupe transversale triangulaire. Cette loge est limitée : 1° en dedans par l'os coxal; 2° en avant, en haut par le bord extérieur de l'ilion, en bas par le fémur; 3° en arrière et en dehors par un plan fictif allant de l'épine iliaque antéro-supérieure et du fémur à la crête sacro-coccygienne. Cette loge ne renferme aucune formation squelettique; nous lui donnons le nom de *loge fessière*. La loge fessière n'existe pas chez les quadrupèdes.

Des remarques qui précèdent, il résulte que :

1° La crête et la fosse iliaque, principaux lieux d'origine des fessiers, se trouvant en arrière des fémurs chez l'Homme, ces muscles ne peuvent, chez lui, qu'être situés postérieurement. Chez les autres Mammifères, où ces

mêmes surfaces d'insertion sont placées en avant des fémurs, les fessiers ne peuvent pas être situés en arrière; ils sont placés sur la face externe de la cuisse.

2° La portion du fessier superficiel qui s'attache au sacrum comble, chez l'Homme, la fosse fessière et est, par suite, complètement postérieure. Chez les autres Mammifères, elle n'est plus postérieure parce que la fosse fessière n'existe pas et que sa place est occupée par l'ischion ; elle est alors latérale.

3° La masse des muscles qui naissent de la tubérosité ischiatique (biceps fémoral, demi-membraneux, demi-tendineux, etc.), par suite de la situation de l'ischion, est, chez l'Homme, située sur la face interne du fémur, tandis que chez les autres Mammifères elle est postérieure et souvent même longe, en arrière, le fessier superficiel.

ZOOLOGIE. — *Recherches sur le développement de l'œuf de Ver à soie univoltin.* Note de MM. **C. Vaney** et **A. Conte**, présentée par M. Edmond Perrier.

Au cours de son développement, l'œuf de Ver à soie présente les trois phases suivants:

1° *La période de constitution de la bandelette germinative et des éléments vitellins.* A la fin de cette phase d'une durée de 5 jours environ, l'œuf montre, en dessous d'un chorion doublé par un blastoderme pigmenté, une bandelette d'épithélium cylindrique : la bandelette germinative, recouverte par l'amnios et un massif de gros éléments polygonaux, formant le tissu vitellin;

2° *La période de vie latente*, d'une durée d'environ 9 mois, où l'embryon ne montre pas de changements appréciables ;

3° *La période d'édification embryonnaire*, pendant laquelle les cellules de la bandelette se multiplient activement, tandis que les éléments vitellins se résorbent. Il en résulte une jeune chenille qui éclòt après une douzaine de jours.

Pendant tout le développement de l'œuf on constate une perte de poids continue qui se décompose de la façon suivante :

Première période (durée 5 jours) : 2,67 pour 100 du poids initial;

Deuxième période (durée 9 mois) : 4,96 pour 100 du poids initial;

Troisième période (durée 10 jours) : 7,84 pour 100 du poids initial.

Les œufs de Ver à soie contiennent un certain nombre de substances de réserve (matières albuminoïdes, glycogène, graisses). Nous avons étudié les variations du glycogène et de la graisse au cours de l'évolution embryonnaire.

Au point de vue de la teneur en glycogène, nous constatons qu'un poids initial de 100ᵍ d'œufs de *Bombyx mori* renferme, au moment de la ponte, 3ᵍ,080 de cet hydrate de carbone; à la fin de la première période, 1ᵍ,221; à la fin de la deuxième période, 1ᵍ,847 et à la fin de la troisième période, 0ᵍ,415.

On voit que, pendant les deux périodes d'édification (constitution de la bandelette et édification embryonnaire), la teneur en glycogène va constamment en diminuant.

La période intermédiaire ou de vie latente répond à une phase d'élaboration de ce composé de réserve. Des coupes d'œufs à cette période traitées, en vue de la recherche du glycogène, par les méthodes à l'iode, de Lubarsch ou au tanin, nous ont montré la localisation de ce corps dans les éléments vitellins, où il se trouve d'ailleurs avec d'autres substances de réserve (matières albuminoïdes et graisses). Ainsi, au point de vue glycogénique, la cellule vitelline du Ver à soie se comporte, vis-à-vis de l'embryon, comme la cellule hépatique chez les Vertébrés : le glycogène s'y accumule pour être ensuite utilisé au cours de l'édification du jeune Ver. *Le tissu vitellin du Ver à soie doit être considéré comme une annexe embryonnaire* qui, ainsi que les annexes embryonnaires des Vertébrés, sert de centre d'élaboration du glycogène.

Au point de vue de la teneur en graisses, l'œuf du *Bombyx mori* montre :

1° Pendant la période de constitution de la bandelette, une teneur en graisses assez élevée et une très faible consommation de ces substances, leur pourcentage oscillant entre 7ᵍ,120 et 6ᵍ,68 pour un poids initial de 100ᵍ d'œufs;

2° Pendant la période de vie latente, la teneur en graisses est graduellement décroissante, de 6ᵍ, 68 pour 100 elle s'abaisse à 4ᵍ,88 pour 100 (du poids initial);

3° Pendant la période d'édification embryonnaire, la teneur en graisses est assez variable car, après une légère baisse, elle offre, vers l'éclosion, un relèvement important où la teneur en substances grasses atteint 5ᵍ,57 pour 100 du poids initial.

La comparaison des phénomènes nutritifs des deux périodes d'édification embryonnaire (première et troisième période de la vie de l'œuf du Ver à soie) nous révèle, dans les deux cas, une forte consommation de glycogène. Pendant la première période, où l'on ne constate que des phénomènes d'hystogenèse, cette consommation de glycogène équivaut aux $\frac{2}{3}$ de la perte de poids total des œufs. Dans la troisième période, quoiqu'il y ait simultanément des processus d'hystogenèse et d'histolyse, il y a également consommation de cet hydrate de carbone. Ces faits montrent que *le glycogène a un rôle important dans les phénomènes de multiplication cellulaire.*

L'étude des phénomènes physiologiques qui accompagnent le développe-

ment du Ver à soie, rapprochée des recherches que nous avons faites sur l'évolution du vitellus de cet insecte, nous conduit aux conclusions suivantes :

1° L'histogenèse s'accompagne toujours d'une forte consommation de glycogène.

C'est ce qui résulte de la comparaïson des deux périodes d'édification embryonnaire (première et troisième période de la vie de l'œuf). Pendant la prémière période, on assiste à une histogenèse rapide amenant la constitution du blastoderme, de la bandelette germinative et du tissu vitellin. Pendant la troisième période, il y a histogenèse (formation de la chenille), et en même temps histolyse (destruction du tissu vitellin). Dans les deux cas, la baisse importante du pourcentage en glycogène montre bien le rôle de ce composé dans les phénomènes de multiplication cellulaire.

2° Le développement du Ver à soie dans l'œuf est en tous points homologue au développement de l'insecte hors de l'œuf.

Pour établir cette comparaison on peut négliger la période de vie latente au cours de laquelle on ne constate aucune modification anatomique appréciable. D'ailleurs, cette période manque dans l'œuf polyvoltin de *Bombyx mori* et de plus elle peut être retrouvée chez les Lépidoptères qui hivernent à l'état de chenilles complètement formées (Ex. : Chélonies).

La première période de la vie, dans l'œuf, est une période d'édification embryonnaire, elle est homologue à la période de croissance de la chenille.

La troisième période de la vie dans l'œuf, avec ses processus d'hystolyse et d'histogenèse, est comparable à la nymphose. La bandelette germinative évolue tout à fait comme les disques imaginaux, dont elle a d'ailleurs la structure. Les cellules vitellines sont homologues aux cellules adipeuses : elles ont même structure, même composition, mêmes fonctions. Ce sont de grosses cellules à noyaux plus ou moins ramifiés, accumulant dans leur intérieur des substances de réserve (glycogène, graisses, matières albuminoïdes), puis les élaborant ensuite en composés servant à la multiplication des cellules.

Au point de vue physiologique, la troisième période de vie dans l'œuf et la nymphose montrent toutes deux une perte de poids total, une forte consommation de glycogène, une baisse dans le pourcentage des graisses se terminant par un relèvement très important de leur teneur.

3° La période de vie ralentie du Ver à soie univoltin montre des phénomènes physiologiques comparables à ceux signalés dans l'hibernation : perte de poids total, forte consommation de matières grasses et élaboration de glycogène.

ZOOLOGIE. — *Pontes d'été et pontes d'hiver d'une Némerte d'eau douce* (Prostoma lumbricoideum *Dugès*). Note (¹) de M. **Paul Hallez**, présentée par M. Yves Delage.

Pontes d'été. — Des exemplaires de *Prostoma lumbricoideum* Dugès, mis en observation depuis le mois d'octobre, m'ont donné, en octobre, novembre et février, des pontes semblables à celles des espèces marines. Les œufs sont déposés sur les parois du vase, réunis entre eux par une substance muqueuse transparente, et formant de petits groupes allongés, ne contenant ordinairement que 10 à 15 œufs disposés sur deux rangs, et n'adhérant que faiblement au verre. Une même Némerte peut déposer, en 1 ou 2 jours, quatre ou cinq paquets d'œufs semblables, qui font en somme partie d'une seule ponte. Certains exemplaires, qui m'ont fourni environ 70 œufs, sont morts après la ponte. Outre l'enveloppe muqueuse commune, chaque œuf est entouré d'une coque hyaline d'une épaisseur de 50$^{\mu}$, l'œuf lui-même a un diamètre de 225$^{\mu}$.

Ces œufs se développent relativement vite : 10 ou 12 jours après la ponte, à la température du laboratoire, il en sort une jeune Némerte. Celle-ci mesure environ 200$^{\mu}$; elle est ovoïde, un peu amincie en arrière, blanche, opaque, complètement et uniformément ciliée, pourvue seulement de deux yeux noirs qui représentent la paire postérieure des individus plus âgés ; elle a déjà, dans ses téguments, des corpuscules calcaires, très nombreux et très serrés, mais notablement plus petits que ceux de l'adulte ; ils mesurent en effet 4$^{\mu}$, tandis que les corpuscules lenticulaires de l'adulte ont un grand diamètre de 16$^{\mu}$.

Dans le mois de janvier, je n'ai pu obtenir aucune ponte, bien que les exemplaires en observation fussent nombreux.

Pontes d'hiver. — Les pontes que j'ai obtenues en décembre sont très différentes des précédentes. Voici le relevé de mon observation :

Le 16 décembre j'isole, dans un verre de Bohême, deux *Prostoma* chez lesquels j'ai constaté la présence d'œufs à maturité. Chaque Némerte se replie presque aussitôt sur elle-même, restant absolument immobile et adhérant au fond du verre, grâce au mucus sécrété.

Le 18 décembre, les Némertes se mettent à tourner sur place comme pour l'enkyste-

(¹) Présentée dans la séance du 21 février 1910.

ment de protection, et à fabriquer un kyste sphérique adhérant fortement au verre et d'un diamètre d'environ 2mm. Le 23 décembre, mes Némertes quittent leur kyste qui, après la sortie de la mère, prend un aspect un peu piriforme, la partie allongée et amincie correspondant au point de sortie. Ces kystes sont remplis d'œufs et ne présentent aucune ouverture, la Némerte ayant, sans doute, réparé l'orifice de sortie à mesure qu'elle se retirait en déposant ses œufs. Le 24 décembre un des deux exemplaires s'enroule de nouveau comme il l'a fait le 16. Le 25 au matin, je trouve un deuxième kyste semblable au précédent et plein d'œufs; le cadavre de la Némerte gît à côté de sa deuxième ponte.

Dans ces deux pontes consécutives, elle a donné environ 70 œufs. Quant à l'autre individu, il ne donna plus de ponte durant l'observation que je prolongeai jusqu'au 31 janvier, mais ne mourut pas.

En examinant les coupes de ces pontes, j'observai, à l'intérieur du feutrage qui en constitue l'enveloppe, une substance granuleuse d'aspect coagulé, se comportant comme le protoplasme avec les colorants, et contenant un grand nombre de granules vitellins qui se teignent comme la chromatine. C'est dans cette substance que sont plongés les œufs pourvus d'une coque hyaline, comme les œufs des pontes ordinaires, mais qui sont plus opaques encore que ces derniers. Le développement de ces œufs est très lent, car des coupes, pratiquées 8 et 10 jours après la ponte, m'ont montré que la segmentation n'était pas commencée. Grâce à la réserve nutritive accumulée dans ces pontes, les petits doivent pouvoir rester longtemps à l'intérieur, probablement plusieurs mois, avant de s'échapper au dehors.

Les *Prostoma*, qui ont les plus grandes affinités avec les *Tetrastemma* marins dont ils dérivent très vraisemblablement, présentent donc, au point de vue de la ponte, une intéressante adaptation à leurs conditions de vie. En outre, le transport possible de pareilles pontes, d'une rivière à une autre par les Oiseaux, doit évidemment assurer la dissémination de l'espèce d'une façon plus efficace que le transport des Némertes enkystées isolément.

HISTOLOGIE. — *Étude microscopique, sur le vif, de l'activité de la myéline au cours de la dégénération wallérienne des nerfs.* Note (1) de M. **J. Nageotte**, présentée par M. Henneguy.

Le mécanisme de la fragmentation de la myéline et du cylindraxe, dans la dégénération wallérienne, ne peut être compris que par l'étude des tubes

(1) Présentée dans la séance du 21 février 1910.

nerveux pratiquée à l'état vivant. Les réactifs, même ceux qui fixent le mieux la myéline, amènent de telles modifications morphologiques que les images obtenues ont perdu leurs traits caractéristiques.

Par contre, si l'on place sous l'objectif microscopique un fragment de nerf dégénéré vivant, plongé dans une goutte d'humeur aqueuse ou de sérum sanguin, on voit sans difficulté les moindres détails de la myéline, tels qu'ils sont dans la nature; il faut seulement savoir distinguer, lorsqu'on les rencontre, les altérations traumatiques dues aux manipulations.

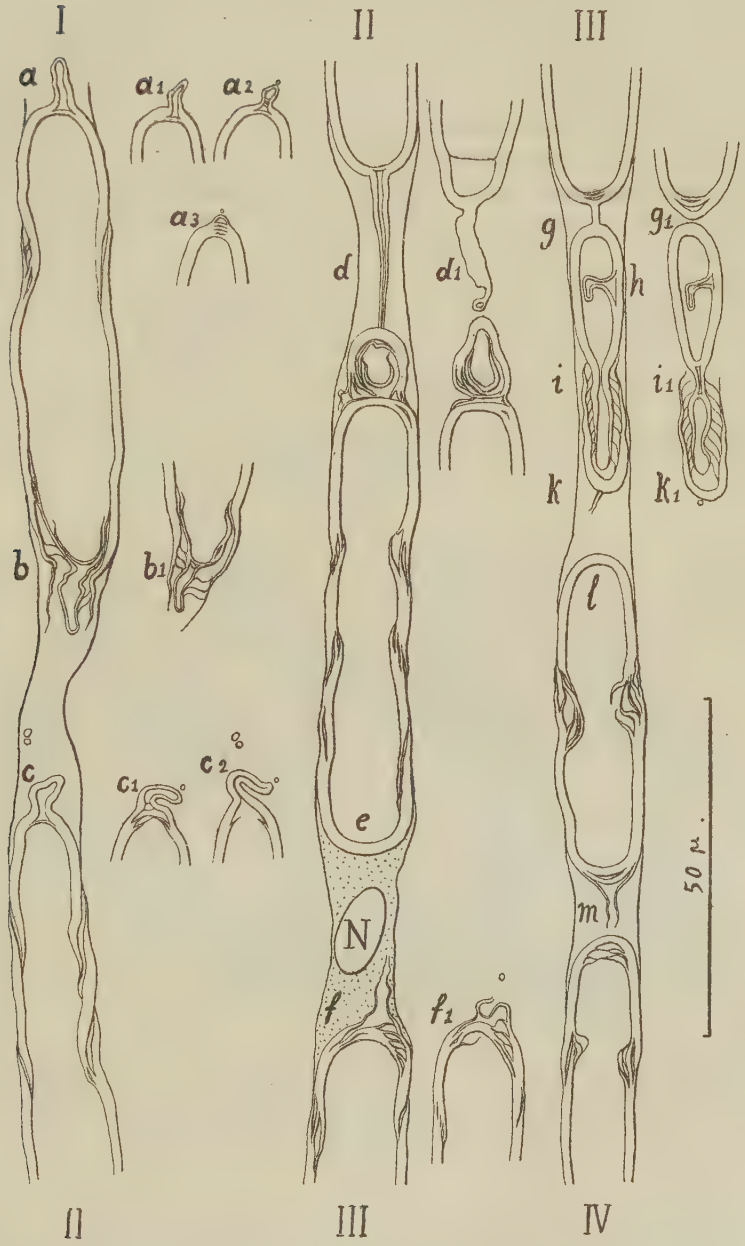
Cette technique permet non seulement de reconstituer le mécanisme de la fragmentation de la myéline par la mise en série des images observées, mais encore de voir directement le processus se continuer pendant toute la durée de l'examen; il n'est même pas indispensable pour cela de maintenir la préparation à l'étuve, bien que la chaleur hâte l'évolution.

Pour étudier les premières phases de la segmentation des tubes nerveux, on peut s'adresser au sciatique du Lapin, coupé depuis 2 jours; il existe un grand nombre de tubes dont le cylindraxe est en nécrobiose et dont la myéline se segmente, alors que les cellules de Schwann paraissent encore au repos.

Les segments interannulaires se sont décomposés en segments plus courts qui sont construits sur le type des segments primitifs, avec cette différence qu'ils sont séparés les uns des autres, au lieu d'être adossés par leurs extrémités, et que la cavité de chacun d'eux est close, au lieu de communiquer avec ses voisines par les canaux où passent les portions étroites du cylindraxe. Chaque segment contient un tronçon de cylindraxe altéré ; la gaine de myéline a conservé son aspect normal, avec ses lignes pures et son épaisseur rigoureusement uniforme. Les incisures de Schmidt-Lantermann se présentent sous des aspects variables ; un certain nombre ont gardé leur forme physiologique, mais beaucoup laissent apercevoir un clivage de la myéline.

Le mode de segmentation le plus fréquent et le plus intéressant est le suivant : un étranglement se forme, généralement au niveau d'une incisure, et se resserre au point que la cavité est réduite à un petit trajet capillaire; bientôt ce trajet est oblitéré par deux ponts transversaux qui se forment à chacune des extrémités (i, i_1); il se produit alors un étirement et une rupture qui libère les deux nouveaux segments (d, d_1, g, g_1). Après la séparation les extrémités des segments achèvent de reprendre leur forme typique, qui est celle d'une calotte hémisphérique, parfaitement régulière, sans aucun vestige de soudure (e, l); cette forme est exactement la même que celle des extrémités des segments interannulaires normaux, sauf qu'il manque l'orifice cylindrique destiné au passage du cylindraxe; cette similitude est intéressante, car elle prouve que la forme physiologique des étranglements est gouvernée non pas par le cylindraxe, mais par la gaine de myéline, en vertu des propriétés physiques qui caractérisent les substances lipoïdes.

L'achèvement des extrémités se fait tantôt par accolement des lamelles qui se sont dissociées pendant la séparation, tantôt par rentrée et effacement progressif du diverticule clos qui subsiste souvent après l'étirement et la rupture de la gaine de myéline



Dégénération wallérienne au deuxième jour (sciatique du Lapin).
L'observation a duré 5 heures. I-II, II-III, III-IV, portions consécutives d'une même fibre, avec une cellule de Schwann et son noyau, N.
Obj. apochr. 2mm, Zeiss; oc. comp. 8; dessiné à 1200 diam., réduit à 900.

(a, a_1, a_2, a_3, c, c_1, c_2), tantôt enfin par l'accolement des lèvres d'une collerette flottante. Ce dernier cas se produit lorsque l'extrémité d'un segment est située du côté de l'évasement d'une incisure; le biseau interne de l'incisure s'est divisé en deux parties, dont chacune s'est refermée par soudure au niveau de la ligne de rupture; le biseau externe reste tout entier adhérent au segment d'où il provient et son extrémité abandonne le segment voisin après s'être étirée en tube effilé; les parois de ce tube reviennent ensuite sur elles-mêmes pour s'appliquer contre le ménisque convexe formé par le biseau interne de l'incisure, et contribue ainsi à reconstituer l'extrémité du nouveau segment (b, b_1, f, f_1, i, i_1, m); lorsque l'extrémité de la collerette est trop mince, elle s'élimine sous forme de sphérule (k, k_1).

A mesure que le processus avance, la myéline se fragmente en segments de plus en plus petits qui, finalement, comblent leur cavité, prennent un aspect homogène et sont résorbés par les cellules de Schwann proliférées.

J'étudie le même phénomène de segmentation dans l'autolyse aseptique des nerfs.

HISTOLOGIE. — *Sur certains filaments ayant probablement la signification de mitochondries, dans la couche génératrice de l'épiderme.* Note de MM. **M. Favre** et **Cl. Regaud**, présentée par M. Henneguy.

En traitant de petits morceaux de peau de la paume de la main de l'Homme, par les procédés appropriés à la coloration des formations mitochondriales (1), nous avons observé les faits suivants :

La partie profonde du corps muqueux de Malpighi (couche génératrice et cellules à filaments unitifs de Ranvier) est teinte en jaune clair par l'acide picrique, et tranche nettement sur le derme, dont les fibres conjonctives sont colorées en rouge orangé par le ponceau. La couche génératrice ne montre que des limites cellulaires peu distinctes, tandis que les cellules polyédriques situées au-dessus d'elle sont (conformément à la description classique) parfaitement individualisées par des intervalles clairs, que traversent les filaments unitifs ou fibrilles épidermiques. L'hématoxyline ferrique n'a coloré dans les noyaux que leurs nucléoles.

Le protoplasma, d'aspect syncytial, de la couche génératrice contient de

(1) Fixation des pièces par le formol, ou un mélange de formol et de bichromate de potasse; mordançage par le bichromate de potasse; coloration des coupes par l'hématoxyline au fer et le picro-ponceau. Pour les détails de technique, voir Cl. Regaud, *Arch. d'Anat. microsc.*, t. XI, 1910, p. 291 et suiv.

nombreux filaments noirs, flexueux comme des spirilles, mais dont la direction générale est perpendiculaire à la surface de l'épiderme.

Ces filaments sont parfaitement individualisés au sein du protoplasma et toujours indépendants les uns des autres. Leur grosseur, uniforme dans toute la longueur d'un même filament, varie quelque peu d'un filament à l'autre. La plupart de ces filaments naissent tout près de la membrane basale de l'épithélium, dans les denticulations par lesquelles le protoplasma de la couche génératrice s'engrène avec le tissu conjonctif.

Coupe de la couche profonde du corps muqueux de Malpighi; la peau de la paume de la main, Homme. *v*, membrane basale ou vitrée; A, couche génératrice; B, première rangée des cellules polyédriques à filaments unitifs; *c*, territoire particulièrement riche en filaments mitochondriaux; *d*, espace intercellulaire traversé par des filaments unitifs.

De là ils gagnent la zone des noyaux et s'accolent souvent de façon intime à ceux-ci. Tantôt (et le plus souvent) ils se terminent à la limite superficielle de la couche génératrice; tantôt ils passent dans la première rangée des cellules polyédriques, cellules qui sont souvent continues par leurs pieds avec la couche protoplasmique sous-jacente. Il est rare de rencontrer de tels filaments dans la seconde et la troisième rangées des cellules polyédriques.

La répartition des filaments dans la couche génératrice n'est pas régulière. Certains *territoires protoplasmiques périnucléaires* en contiennent peu; dans d'autres, au contraire, les filaments sont groupés en véritables faisceaux. Il nous a semblé que ces variations d'abondance des filaments correspondent à certaines différences d'aspect des noyaux.

Deux hypothèses se présentent pour expliquer la nature de ces filaments :

a. D'après l'une, il s'agirait de formations mitochondriales, de *chondriocontes indépendants des fibrilles épidermiques ;*

b. D'après l'autre, les filaments en question représenteraient la *partie initiale du système des fibrilles épidermiques, partie profonde, caractérisée non seulement par une disposition particulière, mais encore par une réaction tinctoriale spéciale, semblable à celle des mitochondries en général.* Deux observations sont en faveur de cette hypothèse : d'une part, dans certains points des préparations, les parties intercellulaires des fibrilles épidermiques retiennent assez fortement l'hématoxyline (quoique moins fortement que ne le font les filaments que nous décrivons dans la couche génératrice); d'autre part, nous avons vu quelquefois un des filaments en question, coloré en noir, passer d'une cellule à l'autre en même temps que des fibrilles épidermiques incolores, comme s'il tenait la place de l'une d'elles.

Nous espérons que des recherches actuellement en cours nous permettront d'étendre et de préciser nos connaissances relatives à ce nouvel élément de structure de l'épithélium ectodermique.

MÉDECINE. — *Étude médico-legale de la réaction à la benzidine dans la détermination des taches de sang.* Note de M. **F. Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

La benzidine ou diamidodiphényle est la base de toute une série très intéressante de couleurs.

Oskar et Rudolf Adler, en 1904, ont été les premiers à signaler la réaction caractéristique que cette substance exerce par oxydation en présence du sang.

Macweeney, professeur de Bactériologie à l'Université catholique de Dublin, a repris cette application et l'a étendue à la recherche si délicate des traces de sang sur les vêtements.

Le procédé consiste à recueillir des fragments de tissu par grattage par exemple et à projeter la poudre dans une solution de benzidine dans l'acide acétique, additionnée·

d'eau oxygénée; chaque particule qui renferme du sang se colore en bleu. D'après Macweeney, la réaction est sensible à $\frac{1}{200000}$.

Ayant eu, à la suite d'une expertise médico-légale, à déterminer la nature de taches suspectes de sang répandues sur différents objets, j'ai, connaissant par expérience le peu de valeur des principaux réactifs colorés préconisés jusqu'ici, essayé le procédé nouveau indiqué par Macweeney.

Comme on le verra dans la suite, le mécanisme de cette réaction, si simple en apparence, est des plus complexes. On est obligé de faire intervenir des influences diastasiques, zymases peroxydantes, dont le rôle et peut-être même l'existence sont loin d'être parfaitement démontrés.

Je vais d'abord montrer, contrairement à l'opinion émise par Oskar et Rudolf Adler, que la benzidine oxydée n'est pas un réactif caractéristique du sang.

Il me suffira, pour le démontrer, d'énumérer un certain nombre de substances qui fournissent la réaction de Macweeney; parmi les liquides organiques autres que le sang, je citerai le pus et les sérosités; certains jus de fruits acides, pommes, poires, sont dans le même cas; certains sucs de plantes, tels que épinards, oseille, cresson, carotte, donnent une réaction très nette en présence de la benzidine.

On conçoit que cette liste puisse être plus longue encore, car que faut-il pour que la réaction de Macweeney se produise? Il faut que l'eau oxygénée soit décomposée, qu'il y ait ensuite oxydation de la diamidodiphényle en présence d'un sel de fer. Ces conditions se rencontrent très fréquemment dans les liquides appartenant au règne animal ou végétal. Il y a plus encore : une foule de liquides colloïdaux, l'oxalate ferreux, l'argile colloïdale, réagissent avec une égale intensité; les matières minérales finement pulvérisées ou poreuses comme le talc, le tripoli, le sable, l'alumine, la pierre ponce, les matières organiques telles que la cellulose donnent aussi une réaction bleue très vive avec la benzidine.

On le démontre très facilement de la façon suivante :

Prenez de la pierre ponce ordinaire, versez 2 ou 3 gouttes d'eau oxygénée sur les fragments et ajoutez ensuite quelques gouttes d'une solution de benzidine; au bout de quelques minutes les fragments de ponce se colorent en bleu d'une façon souvent inégale, suivant la répartition du fer existant dans la ponce.

Prenons maintenant de la pierre ponce préalablement traitée par l'eau régale de façon à lui enlever toute trace de fer, refaisons l'expérience et nous verrons qu'il n'y aura pas de coloration.

Il résulte de ces faits que tous les corps pulvérulents ou poreux, qui

décomposent l'eau oxygénée et qui en outre contiennent du fer, seront susceptibles de produire la réaction bleue avec la benzidine.

Il nous reste maintenant à examiner ce qui se passe avec les liquides colloïdaux et avec le sang en particulier. Le sang décompose très vivement l'eau oxygénée et le dégagement d'oxygène est tellement actif que certains auteurs ont cru nécessaire d'admettre l'existence, d'ailleurs purement hypothétique, d'une *catalase* ou diastase spéciale, pour expliquer le phénomène. Cette décomposition de l'eau oxygénée est due tout simplement à l'état colloïdal, qui est d'ailleurs détruit vers 85°.

Il en résulte que du sang qui aurait été chauffé au-dessus de cette température ne donnerait plus de réaction avec la diamidodiphényle. La technique indiquée précédemment par Macweeney est donc en défaut.

Mais étant donné ce que nous savons sur le mécanisme de cette réaction colorée, on conçoit qu'il soit très facile de suppléer à ce manque de sensibilité.

Il suffira de *rétablir le catalyseur* détruit par la chaleur en faisant agir par exemple de la cellulose pure. Cette remarque est intéressante au point de vue médico-légal, car le sang peut, en effet, avoir été répandu sur une étoffe qui aura été lavée ensuite avec de l'eau plus ou moins chaude.

Le procédé que j'indique est donc des plus simples et s'applique déjà à la recherche du sang avec la teinture de gaïac, etc.

On fait une empreinte humide de la tache suspecte, en ayant la précaution de n'employer à cet effet que du papier à filtrer, *lavé aux acides*, sans quoi les traces de fer qui existent dans le papier ordinaire suffiraient à donner une réaction bleue. On verse ensuite sur cette empreinte une goutte ou deux d'eau oxygénée, puis quelques gouttes d'une solution de diamidodiphényle.

Dans ces conditions, la réaction se produit presque instantanément avec du sang porté même à 110°.

Que doit-on conclure au point de vue médico-légal de l'ensemble des faits que je viens d'exposer?

Je considère que l'expert doit, dans le cas d'une réaction positive avec la benzidine, rechercher la nature des taches suspectes par des *procédés plus rigoureux avant de conclure*. Au contraire, et c'est là, à mon avis, le principal avantage de la méthode, lorsque la réaction aura été négative, il pourra se dispenser de poursuivre ses investigations plus loin.

MÉDECINE. — *Sur les douleurs névralgiques rebelles qu'on observe chez les hypertendus.* Note de MM. **E. Doumer** et **G. Lemoine**, présentée par M. d'Arsonval.

On rencontre souvent des douleurs névralgiques, très rebelles, qui résistent aux tentatives thérapeutiques les plus variées. Nous avons constaté que souvent elles sont liées à un degré d'hypertension plus ou moins marqué et qu'on les fait disparaître en ramenant la tension artérielle à la normale.

Voici quelques-uns des faits de cette nature que nous avons observés.

Observation I. — *Sciatique chez un diabétique.* — M. D..., docteur en médecine de Madrid, souffre, depuis fin décembre 1908, d'une sciatique extrêmement pénible. A essayé en vain toutes les médications d'usage, y compris les applications électriques classiques : courants continus intenses, faradisation cutanée, effluvation localisée de haute fréquence et de haute tension. Ces deux derniers modes d'électrisation exagéraient même les douleurs à un point tel que le malade a dû y renoncer.

Le 15 juin, la tension est trouvée de 23^{cm} à la radiale. Le malade à cette date élimine 33^{g} de sucre par 24 heures. On le soumet à la médication hypotensive de M. Moutier, avec champs magnétiques oscillants de 0,315 U.M.P. environ. Dès le soir même de la première application, très grande amélioration.

Les séances quotidiennes de 5 minutes furent continuées jusqu'au commencement de juillet 1909. Les douleurs s'atténuèrent progressivement et régulièrement et la marche devint de plus en plus facile. La tension passa successivement de 23 à 22, 22, 20,5, 21, 19,5, 19, 19,5, 18, 18 et 16.

L'élimination du sucre tomba à 5^{g},35 par 24 heures au bout de la première semaine du traitement et à 0 au bout d'un mois.

Le malade, de retour dans son pays, continua le traitement et les douleurs disparurent complètement.

Observation II. — *Névralgie occipitale.* — M^{me} F..., 55 ans, souffre par intermittence de névralgie occipitale parfois extrêmement pénible. A essayé en vain une foule de médications habituelles. Tension à la radiale, 26^{cm}. On la soumet le 23 janvier 1909 à la d'Arsonvalisation avec champs de 0,295 à 0,320 U.M.P. Trois séances de 5 minutes par semaine. Dès la première séance les douleurs disparaissent, la tension tombe à 21. Après la cinquième séance, la tension étant tombée à 15,5 et les douleurs n'étant pas revenues, on cessa le traitement.

En septembre 1909, après 7 mois de tranquillité, retour des douleurs : la tension était remontée à 21,5. Une seule séance suffit pour les faire disparaître de nouveau : la tension était tombée à 16,5.

Observation III. — *Douleurs sciatiques.* — M^{me} M..., 48 ans, souffre depuis 6 mois d'une sciatique gauche très pénible, peut à peine marcher, souffre même au lit. Le 10 décembre 1909, la tension à la radiale est de 23^{cm}. Soumise à la d'Arsonvalisation avec champs de 0,300 U. M. P. environ en séances de 5 minutes.

Dès la première séance, très grande amélioration; guérison, qui se maintient à ce jour après la quatrième séance. La tension a passé successivement de 23^{cm} à 17^{cm}, 15^{cm},5 et 15^{cm},5.

Observation IV. — *Névralgie du trijumeau.* — M. P..., 53 ans, souffre depuis 2 ans. Devant l'insuccès des diverses méthodes employées, son chirurgien propose l'ablation du ganglion de Gasser. En novembre 1908, on lui fit sans succès quinze séances de galvanisation intense, suivant l'excellente méthode de M. Bergonié, et huit tentatives d'ionisation salicylique. Le 3 décembre on essaye l'effluvation de la région douloureuse avec les courants de haute fréquence et de haute tension. Les douleurs furent accrues à un tel point que le malade se refusa à une nouvelle tentative du même genre. Le 5 décembre 1909, ayant constaté une tension de 21,5, le malade fut soumis à la médication hypotensive de M. Moutier avec champs de 0,280 U. M. P. environ.

Les douleurs devinrent moins aiguës dès la première séance et disparurent après la quatrième. La tension passa de 21,5 à 16,5, à 15. On fit treize séances en tout et l'on cessa le traitement lorsque la tension fut abaissée à 14°.

Observation V. — *Douleurs fulgurantes.* — M. S..., docteur en médecine, 42 ans; tabétique depuis 18 ans, souffre constamment depuis plus de 2 ans de crises de douleurs fulgurantes qui se renouvellent plusieurs fois par jour. Est devenu morphinomane; mais la sédation des douleurs produites par les injections de morphine n'est que passagère. Tension, 19^{cm},5. On commence le traitement par la d'Arsonvalisation le 25 novembre 1909, avec champs de 0,330 U. M. P. environ. Les séances de 5 minutes sont répétées trois fois par semaine, au début, puis une fois seulement.

Après la troisième séance, les crises sont beaucoup moins fréquentes, moins douloureuses et moins longues. Après la sixième, elles disparaissent complètement.

La tension a passé successivement de 19,5 à 19, 18, 18,5, 17, 15, 15,5, 15, 14.

Sans doute nous ne pouvons affirmer que toutes les névralgies rebelles sont liées à l'hypertension artérielle et causées par elle, cependant on ne peut être que frappé du parallélisme étroit qu'on observe dans les cas que nous venons de rapporter entre les douleurs et l'hypertension, ces douleurs s'atténuant à mesure que la tension artérielle diminue et disparaissant lorsque cette tension est redevenue normale. Il semble donc que chez ces malades les douleurs névralgiques étaient étroitement liées à une tension artérielle exagérée. D'après d'autres observations nous pensons que cette relation est assez fréquente et que les névralgies rebelles n'ont pas le plus souvent d'autre cause.

Les observations I et IV fournissent d'ailleurs un autre argument en faveur de cette opinion, car chez ces deux malades les douleurs furent manifestement accrues par les applications d'effluves de haute fréquence et de haute tension. Or on sait depuis les recherches de M. Moutier et depuis l'expérience de M. Oudin que de telles applications élèvent la tension artérielle en raison de l'énorme vaso-constriction qu'elles produisent.

GÉOLOGIE. — *De la prédominance de l'érosion sur la rive droite d'une rivière en temps de crue.* Note de M. **Jean Brunhes**, présentée par M. P. Termier.

Les tourbillons des eaux courantes manifestent dans l'hémisphère Nord, comme les tourbillons atmosphériques, une prédominance du sens de rotation en sens inverse des aiguilles d'une montre. Nous sommes partis de ce fait d'observation, Bernard Brunhes et moi, pour reprendre la discussion de la loi de Baer; mais cela ne peut se comprendre et se soutenir que si l'on observe une prédominance réelle et actuelle de l'érosion sur la rive droite des cours d'eau. C. Calciati a étudié et analysé en détail ce fait de prédominance dans les méandres du canyon de la Sarine.

Je viens d'être frappé d'un fait analogue dans quelques vallées du haut bassin de la Seine. En période de forte crue, un cours d'eau puissant a une telle énergie d'attaque et de destruction qu'il travaille *peut-être* indistinctement sur ses deux rives. Mais les affluents secondaires, qui n'ont que partiellement débordé leurs rives, ne manifestent-ils pas une inégalité dans la répartition des faits d'érosion à droite et à gauche?

Ayant noté cette inégalité sur les bords de l'Armançon et de la Brenne, j'ai voulu suivre le phénomène de très près sur un cours d'eau répondant à de bonnes conditions d'observation, et j'ai choisi l'Oze, cet affluent de la Brenne dont la vallée est parcourue dans la traversée du département de la Côte-d'Or par la ligne ferrée de Paris à Dijon. L'Oze a un régime particulièrement torrentiel à cause de l'imperméabilité des terrains liasiques sur lesquels elle coule. Elle a une pente moyenne de $3^{m},70$ par kilomètre. J'ai suivi l'Oze, le 22 février 1910, méandre par méandre, des Laumes jusqu'à Blaisy-Bas, sur une longueur en droite ligne de 30^{km}, qui correspond, à cause des sinuosités de la rivière, à un cours réel de 40^{km}.

L'Oze, à Blaisy-Bas, a environ 3^{m} à $3^{m},50$ de largeur, et aux Laumes 8^{m} à 9^{m}. A peu près partout elle est dominée par de petites berges qui, à la date indiquée, s'étendaient encore à 50^{cm}-80^{cm} ou même en certains points à 1^{m} ou $1^{m},50$ ou plus (surtout dans les parties concaves des méandres) au-dessus du niveau de l'eau. La crue n'a dans cette vallée recouvert que les bas-champs en bordure de la rivière, mais elle a déterminé des érosions sur les berges qui peuvent être exactement mesurées et photographiées d'après la teinte toute fraîche des parties récemment attaquées.

J'ai compté soigneusement les points d'attaque caractérisés dépassant 2^{m} de longueur : j'en ai compté 36 sur la rive droite et 15 seulement sur la rive gauche. Encore un des deux points de plus forte attaque de la rive

gauche se trouvait-il correspondre au pédoncule très rétréci de la presqu'île d'un méandre, et il avait été en réalité le résultat de l'érosion produite par un chenal nouveau ouvert par la rivière et coupant le pédoncule ; la partie érodée correspondait à la rive droite du chenal, et, même après le retrait des eaux, un grand mouvement tourbillonnaire en sens inverse des aiguilles d'une montre expliquait clairement le mécanisme de cette érosion.

D'une manière générale, l'érosion opérée sur la droite, dans les méandres, s'était surtout attaquée à l'aval de la courbe, soulignant le mécanisme bien décrit par Calciati et qui tend à agrandir le méandre en le déplaçant vers l'aval. Au contraire, à gauche, c'était plutôt la partie amont de la concavité qui était le plus souvent visiblement *écorchée*, comme si c'était presque exclusivement le courant fortement rejeté de la rive droite du méandre précédent qui eût déterminé le point d'attaque.

Une troisième série de faits pourrait être invoquée, encore que ceux-ci ne soient pas susceptibles d'une observation aussi précise que les précédents. Les bords immédiats de l'Oze sont presque continûment plantés d'arbres, lesquels constituent une protection contre le travail de l'eau. Cette protection, bien entendu, a été parfois inefficace ; en bien des points les arbres sont aujourd'hui *déchaussés*, et le 22 février ils apparaissaient, sinon au milieu de la rivière, du moins en plein courant. Ces portions des rives aux arbres déchaussés ne représentent pas uniquement l'œuvre de la dernière crue, mais elles représentent le résultat de l'effort cumulé des crues habituelles. A ce titre il est important de constater encore l'incontestable prédominance du travail opéré sur la rive droite.

En faisant donc aussi large que possible le compte des érosions de la rive gauche, le fait de la prédominance sur la rive droite me paraît si manifeste que, pour cette rivière examinée de près, il doit être exprimé par une proportion qui n'est certes pas inférieure à 70 pour 100.

Je souhaite que d'autres observations faites en ce moment dans le bassin de la Seine, au lendemain des grandes crues subies, viennent confirmer (ou infirmer) les conclusions de mes observations sur l'Oze.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur la variation séculaire des éléments magnétiques dans la région de Paris.* Note de M. **Alfred Angot.**

L'augmentation constante de la composante horizontale H du champ terrestre à Paris, constatée depuis l'origine des observations, avait paru

s'arrêter en 1907; mais on ne pouvait encore affirmer qu'on ne se trouvait pas en présence d'une de ces petites irrégularités qu'offre parfois la variation séculaire. Le doute est levé maintenant et l'existence d'un maximum correspondant aux années 1906 et 1907 ressort nettement du Tableau ci-dessous, qui donne les valeurs moyennes annuelles des divers éléments du magnétisme terrestre à l'Observatoire du Val-Joyeux, de 1901 à 1909.

Valeurs moyennes annuelles des éléments magnétiques.

Année.	δ.	I.	N.	W.	H.	Z.	T.
	° ′	° ′					
1901...	15.12,0	64.58,9	0,18991	0,05160	0,19680	0,42167	0,46534
1902...	15.08,6	64.56,6	0,19016	0,05146	0,19700	0,42139	0,46517
1903...	15.04,4	64.54,7	0,19033	0,05126	0,19711	0,42102	0,46488
1904...	15.00,0	64.52,4	0,19049	0,05104	0,19721	0,42048	0,46443
1905...	14.55,7	64.50,7	0,19062	0,05082	0,19728	0,42008	0,46410
1906...	14.51,3	64.47,9	0,19080	0,05061	0,19740	0,41946	0,46359
1907...	14.45,9	64.46,5	0,19088	0,05031	0,19740	0,41900	0,46317
1908...	14.39,6	64.44,6	0,19093	0,04995	0,19735	0,41831	0,46253
1909...	14.32,9	64.43,9	0,19094	0,04955	0,19727	0,41792	0,46214

(δ, déclinaison; I, inclinaison; N, composante Nord; W, composante Ouest; H, composante horizontale; Z, composante verticale; T, intensité totale.)

Tous les éléments, sauf H et N, décroissent d'un bout à l'autre de la série. La composante Nord, au contraire, augmente constamment, mais il paraît vraisemblable qu'elle approche d'un maximum en 1909; dans ce cas, la composante horizontale H ($H = \sqrt{N^2 + W^2}$) présentera une décroissance de plus en plus rapide, puisque les deux termes dont elle se compose diminueront simultanément à partir de 1910 ou de 1911.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 février 1910.

Annales du Musée colonial de Marseille, publiées sous la direction de M. Édouard Heckel; 17e année, 2e série, t. VII, 1909. Marseille, Musée colonial, 1909; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. E. Heckel.)

Traité de Physique, par O.-D. Chwolson, Ouvrage traduit sur les éditions russes et allemandes, par E. Davaux; édition revue et considérablement augmentée par l'auteur, suivie de Notes sur la Physique théorique, par E. Cosserat et F. Cosserat; t. IV, 1er fasc. : *Champ électrique constant*, avec 165 figures dans le texte. Paris, A. Hermann et fils, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Inventions relatives au graissage des machines, par M. Ch. Bertrand. [Recueil factice.] Paris, R. Chapelot et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bertin.)

Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1908-1909; t. IX, fasc. 1. Grenoble, Allier frères, 1909; 1 vol. in-8°.

Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, année 1908-1909. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils, 1909; 1 vol. in-8°.

Contributions to the History of american Geology, by George-P. Merril. (N° 135. From the Report of the United States National Museum for 1904, p. 189-734, with 37 plates.) Washington, 1906; 1 vol. in-8°.

Results of the Swedish zoological Expedition to Egypt and the White Nile 1901, under the direction of L.-A. Jägerskiöld; part III. Upsal, C.-J. Lundström, 1909; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh; session 1909-1910; t. XXX, parts 1, 2. Edinburgh, 1909; 2 fasc. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg; t. XV, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1910; 1 fasc. in-4°.